	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(1)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	KEILA GIMENA CHINCHILLA NIÑO MELISA BETH REALES SANCHEZ		
FACULTAD	DE INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	LEIDY ALEJANDRA PÁEZ GAONA		
TÍTULO DE LA TESIS	IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EN COLOMBIA SE HA VENIDO UTILIZANDO TODO TIPO DE MATERIALES QUE MEJORAN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LAS CONSTRUCCIONES, BUSCANDO LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS MATERIALES QUE GENEREN EL MISMO COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y QUE A LA VEZ REDUZCAN COSTOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS. EN EL PRESENTE PROYECTO SE MOSTRARAN LOS ESTUDIOS Y RESULTADOS HECHOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FIBRA DE VIDRIO EN REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 163	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:29	CD-ROM: 1



IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE
REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA

KEILA GIMENA CHINCHILLA NIÑO 172272

MELISA BETH REALES SANCHEZ 172448

Anteproyecto del trabajo de grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

DIRECTORA

Esp. LEIDY ALEJANDRA PAEZ GAONA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña; Norte de Santander

Marzo, 2020

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios, porque gracias a él he logrado culminar exitosamente la carrera, brindando me fortaleza para superar cada obstáculo presentado durante mi formación. A mis padres quienes me apoyaron y aconsejaron para ser una mejor persona, al igual que a mi familia y amigos que fueron partícipes de este proceso, a todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma, este logro es gracias a ustedes.

Keila Gimena Chinchilla Niño

Este logro se lo dedico primordialmente a Dios, quien me dio la fuerza y sabiduría necesaria para terminar con éxitos mis estudios. A mi familia, en especial a mis padres y hermanos quienes me apoyaron durante todo mi proceso de formación y siempre creyeron en mis capacidades, así mismo, aquellas personas que aportaron de manera significativa en mi crecimiento personal.

Melisa Beth Reales Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta investigación KEILA GIMENA CHINCHILLA NIÑO y MELISA BETH REALES SANCHEZ, primero que todo agradecemos a Dios y a la Virgen María, de quienes obtuvimos la fortaleza necesaria para culminar esta etapa de nuestras vidas.

Expresamos agradecimientos a la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña por nuestra formación como ingenieros civiles, de igual manera a nuestra directora la Esp. Leidy Alejandra Páez Gaona, por su guía y acompañamiento durante la elaboración y ejecución de este proyecto, así mismo al Esp. Jesús David Márquez por su apoyo y aportes durante el desarrollo de la investigación.

Keila Gimena Chinchilla Niño

Melisa Beth Reales Sánchez

Índice

Capítulo 1. Implementación de fibra de vidrio como reemplazo del acero de refuerzo en losas aligeradas de entrepiso de 21 MPa en zona sísmica intermedia	1
1.1. Planeamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general.	2
1.3.2. Objetivos específicos.	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Delimitaciones.....	4
1.5.1. Delimitación geográfica	4
1.5.2. Delimitación temporal.	5
1.5.3. Delimitación conceptual.	5
1.5.4. Delimitación operativa	5
Capítulo 2. Marco referencial	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Marco histórico	7
2.3 Marco contextual.....	9
2.3.1. Copropisos Ltda.....	9
2.3.2. Toxement.....	10

2.3.3. Trituradora.....	10
2.3.4. Laboratorio de suelos y construcción y laboratorio de resistencia de materiales, Universidad francisco de Paula Santander Ocaña, Sede la Primavera	11
2.3.5. Laboratorio GEOCIMINETOS SAS.....	11
2.4 Marco conceptual	12
2.5 Marco teórico	14
2.5.1 Ficha técnica de la Macrofibra de vidrio para refuerzo.....	19
2.5.2. Ficha técnica de las fibras sintéticas estructurales.....	21
2.6 Marco legal.....	24
Capítulo 3. Diseño metodológico	26
3.1 Diseño metodológico.....	26
3.2 Población y muestra	28
3.2.1. Población.....	28
3.2.2. Muestra	28
3.2.3. Tamaño de la muestra.....	29
3.2.4. Nivel de confianza.....	29
3.2.5. Error máximo tolerable.....	29
3.2.6. Desviación estándar.....	29
Capítulo 4. Administración del proyecto	31
4.1 Recursos humanos.....	31
4.2 Recursos institucionales	31

	x
4.3. Recurso tecnológico	32
4.4. Recurso Independiente	32
4.5. Recursos materiales	32
4.5. Recurso administrativo	34
4.6. Presupuesto total.....	34
4.7 Cronograma de actividades	35
Capítulo 5. Propiedades del concreto	36
5.1. Características de los agregados	37
5.2 Diseño de Mezcla de concreto hidráulico con contenidos porcentuales de Kg/m ³ , 5 Kg/m ³ y 9 Kg/m ³	40
Capítulo 6. Presentación de resultados	43
6.1. Determinar el diseño de mezcla con adición de fibra de vidrio garantizando las resistencias	43
6.1.1. Diseño de mezcla para ensayos a compresión.....	43
6.1.2. Diseño de mezcla para ensayo a flexión.....	51
6.2. Determinar algunas propiedades mecánicas del concreto como el modulo elástico, resistencia a la compresión, esfuerzo a tracción máximo y esfuerzo de rotura	52
6.2.1. Resistencia a la compresión.....	52
6.2.1.1. Comparación de las adiciones 0% Kg/m ³ , 5% Kg/m ³ y 9% Kg/m ³ de la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF	54
6.2.1.2 Comparación de las adiciones 0% Kg/m ³ , 5% Kg/m ³ y 9% Kg/m ³ de la	

Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36.....	57
6.2.1.3 Comparación de la Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36 Vs la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF	60
6.2.2. Resistencia a la flexión.....	61
6.2.2.1 Comparación de las adiciones 0% Kg/m ³ , 5% Kg/m ³ y 9% Kg/m ³ de la Fibra sintética estructural TUF-STRAND SF.....	64
6.2.2.2 Comparación de las adiciones 0% Kg/m ³ , 5% Kg/m ³ y 9% Kg/m ³ de la Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36.....	67
6.2.2.3 Comparación de la Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36 Vs la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF	69
6.3. Evaluar y comparar los costos de concreto de 21 MPa frente a dos alternativas, una con acero de refuerzo y otra con fibra de vidrio.	71
Capítulo 7. Conclusiones	74
Capítulo 8. Recomendaciones.....	76
Referencias.....	77
Apendices	80

Lista de tablas

Tabla 1. Nivel de Confianza	29
Tabla 2. Recursos materiales.	33
Tabla 3. Recursos administrativos.	34
Tabla 4. Presupuesto Total.....	34
Tabla 5. Cronograma	35
Tabla 6. Caracterización de los agregados.....	39
Tabla 7. Dosificación para cilindros.	40
Tabla 8. Dosificación para vigas.....	41
Tabla 9. Datos iniciales	44
Tabla 10. Verificación de las especificaciones granulométricas del agregado grueso	49
Tabla 11. Verificación de las especificaciones granulométricas del agregado fino	50
Tabla 12. Proporciones de los materiales para diseño de mezcla de cilindros	51
Tabla 13. Diseño de mezcla de concreto hidráulico para cilindros.....	51
Tabla 14. Proporciones de los materiales para diseño de mezcla de vigas	52
Tabla 15. Diseño de mezcla de concreto hidráulico para vigas	52
Tabla 16. Cilindros de concreto de 21 MPa con 0 % de porcentaje de fibra.....	53
Tabla 17. Cilindros con el 5% y 9% de porcentaje de fibra sintética estructura TUF-STRANDSF.	55
Tabla 18. Módulo elástico.....	56
Tabla 19. Cilindros con 5% de porcentaje de Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.....	58
Tabla 20. Módulo de elasticidad.....	60
Tabla 21. Resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días.	61

Tabla 22. Vigas de concreto de 24.5 MPa con 0 % de porcentaje de fibra.....	63
Tabla 23. Vigas con el 5% y 9% de porcentaje de fibra sintética estructura TUF-STRAND SF.	65
Tabla 24. Valores máximos de carga en vigas con Fibra TUF-STRAND SF	66
Tabla 25. Vigas con 5% de porcentaje de Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.	67
Tabla 26. Cargas máximas con diferentes porcentajes macro fibra Anti-Crak HP 36/67	68
Tabla 27. Resistencia a los 28 días de elaboración	69
Tabla 28. Presupuestos por 1 m ²	72

Lista de figuras

Figura 1. Logo de la Comercializadora de Productos para Pisos Copropisos Ltda	9
Figura 2. Logo de EUCLID GROUP TOXEMENT	10
Figura 3. Trituradora	10
Figura 4. UFPSO, Sede la Primavera.....	11
Figura 5. Ubicación de laboratorio Geocimientos S.A.S.....	12
Figura 6. Ficha técnica Anti-Crak HP 67/36	20
Figura 7. Ficha técnica TUF-STRAND SF.....	23
Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso	38
Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino	38
Figura 10. Procedimiento del cálculo de asentamiento (Slump) para elaboración de cilindros ...	42
Figura 11. Asentamiento recomendado para varios tipos de construcción.....	45
Figura 12. Agua para la mezcla.	46
Figura 13. Relación agua / cemento.....	47
Figura 14. Recomendaciones granulométricas para el agregado grueso NTC 174.	49
Figura 15. Recomendaciones granulométricas para agregado fino según la NTC 174.....	50
Figura 16. Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros de 21 MPa con 0% de fibra	54
Figura 17. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros con fibra TUF-STRAND SF	56
Figura 18. Módulo elástico para concreto con fibra TUF-STRAND SF con 0%, 5% y 9%	57

Figura 19. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros con Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.....	59
Figura 20. Módulo elástico para concreto con macro fibra Anti-Crak HP 67/36 con 0%, 5% y 9%	60
Figura 21. Resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días.....	61
Figura 22. Diagrama de la máquina para prueba de flexión de concreto con carga aplicada en los puntos tercios ASTM C78.	62
Figura 23. Diagrama de cortante y momento flector	63
Figura 24. Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros de 24,5 MPa con 0% de fibra.....	64
Figura 25. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en vigas con fibra TUF-STRAND SF	65
Figura 26. Carga máxima de vigas con fibra sintética estructural TUF-STRAND SF.....	66
Figura 27. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en vigas con Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.	68
Figura 28. Cargas máximas según adición de macro fibra Anti-Crak HP 36/67.....	69
Figura 29. Resistencia a la flexión de vigas.....	70

Apéndices

Apéndice A. Certificados de calibración.	81
Apéndice B. Diseño de mezcla de concreto hidráulico.	95
Apéndice C. Planos estructurales.	102
Apéndice D. Presupuesto	108
Apéndice E. Evidencias fotográficas.	135

Capítulo 1. Implementación de fibra de vidrio como reemplazo del acero de refuerzo en losas aligeradas de entrepiso de 21 MPa en zona sísmica intermedia

1.1. Planteamiento del problema

En Colombia se ha venido utilizando todo tipo de materiales que mejoran la resistencia del concreto en las construcciones, buscando la implementación de nuevos materiales que generen el mismo comportamiento estructural y que a la vez reduzcan costos en los procesos constructivos. Específicamente en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander se ha apostado a una construcción con métodos tradicionales en concreto reforzado, dejando de lado nuevas alternativas que optimicen recursos, costos, tiempos de ejecución y que garanticen su buen comportamiento estructural; en ese mismo contexto, es de gran importancia el enfoque de buenas prácticas constructivas y el uso de materiales certificados que garanticen la calidad de la obra, donde la mayor parte de la estructura está construida en concreto, según (Muñoz, 2007) este material ha demostrado comportarse de manera óptima ante esfuerzos de compresión, pero a la hora de someterlo a esfuerzos de tracción, muestra deficiencias. Durante años se han realizado proyectos investigativos enfocados a mejorar la capacidad a tracción del concreto y la rigidez a baja densidad, entre estos elementos se encuentra la fibra de vidrio, de igual manera mejora la ductilidad del concreto.

Actualmente se ha evidenciado muchos fracasos en el sector constructivo, ocasionado por malos procedimientos o materiales inadecuados, bajo este escenario el reemplazo del acero de

refuerzo por fibra de vidrio, se plantea como una alternativa de solución y mejora, aplicado a placas de entrepiso aligeradas en una dirección en sistemas de pórticos. Según Bravo J. (2003) la adición de fibras como refuerzo de hormigones, morteros y pasta de cemento pueden incrementar muchas de las propiedades de estos, haciendo especial énfasis en la resistencia a la flexión, tenacidad, fatiga, impacto, permeabilidad y resistencia a la abrasión. Estas características se expresan mediante los parámetros de resistencia específica y módulo específico, que corresponden a las relaciones entre la resistencia a la tracción y el peso específico, y entre el módulo de elasticidad y el peso específico.

1.2 Formulación del problema

¿Podría la implementación de fibra de vidrio reemplazar al acero de refuerzo en losas aligeradas de entrepiso de 21 MPa manteniendo el comportamiento estructural?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general. Implementar la fibra de vidrio como reemplazo del acero de refuerzo en losas aligeradas de entrepiso de 21 MPa en zona sísmica intermedia.

1.3.2. Objetivos específicos. Determinar el diseño de mezcla con adición de fibra de vidrio garantizando una resistencia de 21 MPa.

Determinar algunas propiedades mecánicas del concreto como el módulo elástico, resistencia a la compresión, esfuerzo a tracción máximo y esfuerzo de rotura.

Evaluar y comparar los costos de concreto de 21 MPa frente a dos alternativas, una con acero de refuerzo y otra con fibra de vidrio.

1.4 Justificación

La ingeniería civil es reconocida por ser creativa en el campo estructural innovando mediante nuevas alternativas sostenibles, manteniendo los requerimientos de las obras de gran magnitud con la estética y resistencia esperada, de igual manera propone la responsabilidad del éxito en los proyectos que intervienen los factores humanos y económicos.

En este orden de ideas, el empleo del concreto con adición de fibra de vidrio en los últimos tiempos ha tenido un aumento en el campo de la construcción, siendo una alternativa novedosa que ayuda a mejorar el comportamiento del concreto, incrementando la resistencia a la tracción además de disminuir la formación y propagación de las fisuras, debido a la retracción de este (Hop & Tatnall, 2003). La mezcla utilizada en esta alternativa de solución es similar a la realizada tradicionalmente, solo tiene algunas modificaciones en la dosificación de agregados finos y gruesos, más la adición de un porcentaje de fibra de vidrio como reemplazo del acero de refuerzo, buscando mejorar y/o mantener la resistencia del concreto reforzado tradicional.

Este tipo de fibra se usa para la construcción de diferentes elementos como por ejemplo en vigas, columnas, muros estructurales, pisos industriales, concretos lanzados, pasadores de

pavimentos rígidos y en reparación de estructuras de concretos (Jiménez, 2011); esta alternativa simplifica procesos constructivos y facilita el manejo del equipo de bombeo de concreto, sin causar alguna afectación en el mismo, otro beneficio a tener en cuenta en la implementación de esta alternativa, es la reducción de la corrosión, la segregación y la exudación, en estructuras donde se reemplace el acero de refuerzo por esta fibra (Toxement, 2016).

Este trabajo de investigación propone realizar un análisis y evaluación de las losas de entrepiso aligerada en una dirección, debido a las condiciones de deterioro que presentan estas estructuras en concreto reforzado tradicional, producto del ambiente en que están expuestas al no garantizar una óptima protección en la superficie de las placas dejando poros y fisuras mínimas, corriendo el riesgo de ocasionar a futuro un proceso electroquímico de corrosión y desprendimiento del acero, teniendo en cuenta que a través de estas fisuras ingresa agua y el CO₂. Dadas las condiciones al desgaste y con el fin de evitarlas, se propone una alternativa que optimice recursos (mano de obra y materiales), minimice costos y tiempos de ejecución, convirtiéndola así en una estrategia atractiva para los ingenieros civiles que quieran incursionar en metodologías modernas y sostenibles, garantizando la integridad estructural y demostrando la resistencia esperada al utilizar las fibras de vidrio como reemplazo del acero en el concreto reforzado.

1.5 Delimitaciones

1.5.1. Delimitación geográfica. El proyecto es aplicable a losas de entrepiso aligeradas en una dirección para estructuras con sistemas pórticos construidos en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.5.2. Delimitación temporal. El desarrollo de este trabajo tendrá una duración de 4 meses, a partir de la aprobación del anteproyecto.

1.5.3. Delimitación conceptual. Los conceptos importantes que ayudaran a la realización de este trabajo que tiene como fin el reemplazo del acero de refuerzo por fibra de vidrio, serán los siguientes; fibra de vidrio, concreto reforzado, acero de refuerzo, sistemas de pórtico, placa de entrepiso, NTC 5541, NTC 2871, NTC 673, NTC 3658, ACI 224R-01, diseño de mezcla, entre otros que permitirán el buen desarrollo de este proyecto.

1.5.4. Delimitación operativa. Este trabajo de investigación se desarrollará en los laboratorios de Resistencia de Materiales y Sísmica, laboratorio de Suelos y Pavimentos, mediante la utilización de sus equipos, ubicados en las instalaciones de la universidad francisco de paula Santander - Ocaña sede la Primavera, sin embargo, dada las condiciones de pandemia ocasionada con el Coronavirus (COVID-19) se optó por recurrir a un laboratorio particular.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Aún no se han realizado estudios acerca de la utilización de la fibra de vidrio como reemplazo de acero en el concreto reforzado en losas de entrepiso, sin embargo, se han realizado estudios para ser utilizado en otros elementos estructurales, según (Machuca, 2018) las fibras se han utilizado en pavimentos y losas donde la relación área/volumen es alta, evitando el agrietamiento y la utilización de traslapos como refuerzo, ahorrando tiempo y costos, de igual manera mediante la incorporación de esta, se logra una distribución de esfuerzos, incrementado la resistencia a la fatiga de 1.2 a 2 veces más que la del concreto tradicional, finalmente, desarrolla un proyecto, cuyo objetivo es proponer el reemplazo de acero por fibra para la construcción de unas losas de concreto para cimentación, comúnmente llamadas placas taladros, para la petrolera Gran Tierra, con sede en San Alberto y San Martín.

En el transcurso del tiempo, se ha generado investigaciones con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de concreto reforzado, mediante la adición de nuevas alternativas, que sean efectivas y reduzcan costos, debido a que el acero tradicional de refuerzo es el utilizado para la construcción de las obras civiles, es de considerar, que éste material por manejo inadecuado, puede presentar diversas patologías como lo son, corrosión, carbonatación, contracción hidráulica, entre otras. Es por esto, que se busca incluir las fibras dentro del este proceso constructivo como reemplazo del acero de refuerzo sin alterar las condiciones estructurales y de diseño. En la universidad de Michigan, realizaron estudios que demuestran que la inclusión de este material, aporta beneficios al concreto, por ende, con la inclusión de la fibra

se desarrolló el “concreto dúctil—compuesto cementante hecho con ingenio (ECC: Engineered Cementitious Composite)” el cual a logrado retener propiedades, tales como la alta resistencia a compresión, tracción y a la ausencia de corrosión. Este concreto reforzado con fibra ha sido usado para la construcción de estructuras como en la torre Nabeaure en Yokohama, Japón donde se utilizaron vigas prefabricadas hechas en este concreto para resistencia sísmica, sin embargo, esta también es usada para la reconstrucción de algunos proyectos, pues tiene un desempeño muy consistente después de varios años con cambios de climas drásticos sirviendo como recubrimiento del concreto tradicional para evitar la corrosión de acero, Aunque puede representar costos elevados el uso de este recubrimiento, según proyectos realizados en Japón y en Australia lograron demostrar el costo se reduce para construcciones pequeñas, sin afectaciones estructurales (Imcyc, 2007).

Actualmente en Norte-América, algunos países de Sur-América, Europa y parte occidental de Asia se usa este tipo de mezclas de concreto con adiciones de fibra de vidrio para la elaboración de prefabricados, usados en construcción de casas de 1 y 2 pisos, enchapes de edificios, morteros de piso, morteros lanzados, losas para evitar retracción del concreto (Diaz, 2008).

2.2 Marco histórico

Se sabe que desde hace cientos de años, se ha utilizado la paja, el yute, el pelo de caballo, el bambú y otras fibras naturales para mejorar la calidad y resistencia de los bloques y otros productos de arcilla, mortero y hormigón, mejorando las características ya que estas dotan de ductilidad al material y su ruptura deja de ser brusca. La deformación con fibras puede tener

mayor deformación última de hasta 10 veces mayor que la de un hormigón sin fibra. (Hop & Tatnall, 2003).

A principios de 1900, las fibras de asbesto (amianto) se utilizaban en el hormigón, y, en la década de 1950 surge el concepto de materiales compuestos y el hormigón reforzado con fibras, debido a la necesidad de encontrar un reemplazo para el amianto, una vez descubierto los riesgos que producía a la salud. En la década de los 70 se comenzaron a utilizar en España hormigones reforzados con fibras en diversos ámbitos: pavimentación de tableros de puentes, pavimentos industriales, contenedores de puertos, revestimientos de túneles, prefabricados, etc. El efecto beneficioso de las fibras en el incremento de ductilidad del hormigón sometido a flexión, ha sido ampliamente estudiado en los últimos años. En la actualidad, de entre las diversas aplicaciones de este hormigón, la de construcción de pavimentos y revestimientos de túneles con hormigón reforzado con fibras han tenido gran éxito. También cabe destacar su aplicación en el ámbito militar, utilizándose en pavimentación de carros de combate, hangares y recintos protegidos frente al impacto de metralla o proyectiles. Hoy en día los hormigones con fibras han venido revolucionando el mercado, ya que además de disminuir los costos operativos, actúan de manera estructural (Ramos, 2012).

Pero la fibra de vidrio nace desde la industria textil como solución a algunos problemas que presenta el concreto al ser sometido a tensión, a flexión o cuando la retracción ocasiona fisuras, además de problemas relacionados con la impermeabilidad y ataques químicos. La fibra de vidrio incluye dentro de sus propiedades baja densidad, funciona muy bien como material dieléctrico, de alto desempeño mecánico en relación a fatiga, temperatura y humedad, con

propiedades anticorrosivas, todo esto dependiendo de sus presentaciones y grupos de uso. La fibra de vidrio es el tema central de esta investigación, es por esta razón que en el siguiente capítulo se describe y se hará una exploración más amplia sobre la fibra de vidrio y sus propiedades para reforzar el concreto (Aragon & Zapata, 2013).

2.3 Marco contextual

La ejecución de este trabajo se llevaría a cabo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, donde se realizarían pruebas pertinentes que serían analizadas en los laboratorios de Resistencia de Materiales y Sísmica, y el laboratorio de Suelos y Pavimento que se encuentran ubicados en la sede La Primavera, sin embargo, la ejecución de esta investigación se llevará a cabo en la Ciudad de Aguachica, Cesar en las instalaciones pertenecientes a la empresa Geocimientos S.A.S.

2.3.1. Copropisos Ltda. Es una empresa importadora y distribuidora de maquinaria, herramientas e insumos para construcción de pisos industriales y vías en concreto de más de 10 años de experiencia, ubicada en ciudad de Bogotá, siendo esta la distribuidora de la Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak 67/36 (Copropisos Ltda).



Figura 1. Logo de la Comercializadora de Productos para Pisos Copropisos Ltda. Obtenido de Copropisos Ltda.

2.3.2. Toxement. Es un proveedor global de productos y servicios a las industrias del cemento y la construcción, ofreciendo un completo portafolio, en el cual podemos encontrar las fibras sintéticas estructurales TUF-STRAND SF. (Toxement, 2016).



Figura 2. Logo de EUCLID GROUP TOXEMENT. Obtenido de (Toxement, 2016)

2.3.3. Trituradora. Se encuentra ubicada en la Vía Ocaña-Cúcuta en la Ruta 70 tramo 7, siendo una empresa de gran influencia en la Ciudad de Ocaña en la extracción de piedra arena arcillas comunes yeso y anhidrita.



Figura 3. Trituradora, Obtenido de Google Maps

2.3.4. Laboratorio de suelos y construcción y laboratorio de resistencia de materiales, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede la Primavera. Estos laboratorios se encuentran en el barrio la primavera, y los cuales cuentan con todos los equipos y herramientas necesarios para prestar el servicio a los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, donde en el laboratorio de Suelos y Construcción se realizarán los ensayos de la caracterización de los agregados, al igual que los cilindros de concreto y vigas que posteriormente serán utilizados para los respectivos ensayos de compresión de cilindros y flexotracción en vigas de concreto que serán realizados en la máquina universal que se encuentra en el laboratorio de Resistencia de Materiales.



Figura 4. UFPSO, Sede la Primavera. Obtenido de Google Maps

2.3.5. Laboratorio GEOCIMINETOS SAS. Esta empresa se encuentra ubicada en Aguachica Cesar en la dirección postal Calle 4 No. 28-71, la cual cuenta con los equipos y herramientas necesarias para desarrollar actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería Civil, donde se realizarán los ensayos necesarios para realizar la

caracterización de los materiales y posteriormente los diseños de mezcla, para así posteriormente fallar los cilindros de concreto y vigas con sus ensayos respectivos.

Correo: geocimientossas@hotmail.com



Figura 5. Ubicación de laboratorio Geocimientos S.A.S. Obtenido de Google Maps

2.4 Marco conceptual

A continuación, se mencionan algunos conceptos significativos para contemplar bajo el criterio investigativo, el cómo se puede plantear el reemplazo del acero de refuerzo por la fibra

Fibra de vidrio. Puede definirse como un material compuesto por hilos de filamentos poliméricos siendo su aspecto bastante menudo. Normalmente nos ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción, diseñado especialmente para ser compatibles con el ambiente alcalino de la mezcla del concreto. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S.).

Concreto reforzado. Se forma a partir de la combinación de concreto simple con refuerzo, para resistir tensiones, se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio empleado también en zonas de compresión para aumentar la resistencia del elemento reforzado, para reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y para proporcionar confinamiento lateral al concreto, lo que indirectamente aumenta su resistencia a la compresión (Taurocreto, 2016).

Concreto. Es una mezcla de cemento, grava, arena (agregados), aditivos y agua. Maleable en su forma líquida y de gran resistencia en su estado sólido, Por su durabilidad, resistencia a la compresión e impermeabilidad se emplea para levantar edificaciones, pegar o revestir superficies y protegerlas de la acción de sustancias químicas (Holcim, 2020).

Cemento. Es uno de los materiales de la construcción más populares y hoy día más indispensables. Es un conglomerante aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto (Cementos Tequendama , 2017).

Acero de refuerzo. Es utilizado para reforzar componentes de concreto que estén sujetos a altas cargas, este es colocado en el concreto de manera que pueda soportar los esfuerzos tanto de tensión así como de compresión teniendo en cuenta que al torcer el acero estructural lo hace más fuerte, lo que mejora la resistencia a la fractura. Los aceros para concreto tienen normalmente una estructura de veta fina (Item Industrietechnik GmbH, 2020).

Sistemas de pórtico. Dentro de la NSR-10 encontramos cuatro sistemas estructurales de resistencia sísmica para edificaciones de concreto, en el que encontraremos el sistema de pórtico, el cual como su nombre lo indica está compuesto por un pórtico espacial a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales, El mayor cuidado en el proceso constructivo debe darse a la adecuada conformación de los nudos puesto que de ellos va a depender su desempeño (Silva, 2016).

Placa de entrepiso. Son los elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales, estas deberán ser capaces de soportar las cargas de servicios, las cargas vivas y muertas presentes en la estructura atendiendo a las funciones sísmicas del conjunto (Sena, 2003).

Diseño de mezc. Un diseño está basado principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio (Osorio, 2011).

2.5 Marco teórico

El concreto es un componente de gran utilidad en la construcción, está compuesto de varios ingredientes que al ser incorporados, logran generar esta mezcla la cual contiene varios materiales esenciales, como son, “los agregados, que son clasificados en dos tipos según el tamaño de los granos, las arenas o agregados finos donde su tamaño máximo es de 4.76 mm y los

agregados gruesos de un tamaño mayor a 4.76mm” (Jiménez, 2011), otro de los componentes primordiales es “el cemento el cual ayuda a formar una pasta aglomerante que tiene propiedades adhesivas y cohesivas, donde su función principal es otorgar fluidez y lubricación en estado fresco y la resistencia adecuada en estado sólido” (Abdev y Blanco, 2002), todo esto con la ayuda del “agua donde su función es otorgar trabajabilidad, donde la cantidad de esta influye de manera notoria en la resistencia de las mezclas de concreto: a mayor agua menor es la resistencia obtenida”. (Jiménez, 2011).

“Generalmente entre el 25% hasta el 40% lo componen el cemento, el agua y el aire que queda introducido en esta pasta; y entre el 60% hasta el 75% lo componen los agregados gruesos y finos” (Jiménez, 2011).

Aunque se busca que el concreto utilizado para la construcción de las estructuras no presente ningún problemas, estos llegan a ser vulnerables y suelen reflejarse a través de las patologías y es así que se analizan las causas que provocaron que la estructura se encuentre expuesta a daños y deterioros, debido a efectos producidos por el diseño, materiales deficientes, mala ubicación del acero de refuerzo, condiciones no adecuadas de humedad durante el curado, los cuales tiene influencia sobre la resistencia y la durabilidad. Por tal motivo la mayoría de los defectos que generan las patologías surgen durante la etapa de diseño en un 40% y construcción con un 35%, transformando esta fase en una etapa crucial para el comportamiento de la estructura cuando sea cometida a fuerzas externas como sismos o sobrecargas no consideradas en la etapa de diseño (Viteri, Bravo, Moreira, & Santana, 2018).

Siendo así uno de los grandes inconvenientes que se aprecian con frecuencia en la estructura, entre las cuales podemos observar la aparición de las grietas y fisuras a causa de los cambios de volumen ocasionados por la retracción hidráulica durante el proceso de fraguado y endurecimiento, los asentamientos plásticos, la dilatación térmica, llegan a ser una de las principales causas al igual que las provocadas por cargas que originan esfuerzo, provocando las fisuras de flexión, cortante y de torsión (Corral, 2004). Es de esta manera como se genera otro de los grandes problemas que se ven con frecuencias mediante la exposición del acero de refuerzo al ambiente provocando su corrosión, que también pueden presentarse por la escasez de recubrimiento, la falta de capacidad de protección del concreto y por la formación de óxido que ejerce presión sobre el recubrimiento provocando el estallido del concreto (Pazos, 2015).

Es por esto, que se busca encontrar nuevos productos que ayuden a modificarlo mejorando sus propiedades, disminuyendo los costos de mano de obra, incrementando la durabilidad, optando así, por proponer la adición de la fibra, considerando que “el concreto soporte esfuerzos a tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras controlando la fisuración y reduciendo la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad” (Montalvo, 2015).

Es así, como “en los últimos tiempos se han realizado, investigaciones de diferentes clases de fibras, usadas para mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas de concreto, entre las cuales se encuentran fibras de acero, sintéticas, de vidrio, naturales procesadas y no procesadas”. (Aragon & Zapata, 2013), por consiguiente, el empleo de la fibra actúa como refuerzo secundario mejorando las características del concreto, como es la resistencia a tracción, aportan mayor resistencia a cargas dinámicas y aumentan la resistencia al cortante, de igual forma, con

su inclusión se controla el proceso de fisuración, aumentando la resistencia a flexo tracción y tenacidad entendiéndose ésta como la capacidad del concreto en absorber energía (Machuca, 2018).

Es importante destacar que “este tipo de mezcla se componen de los mismos materiales que contiene el concreto común, con una modificación en las cantidades de finos y gruesos, y adicionando los porcentajes de fibra en diferentes presentaciones” (Aragón S; Zapata A, 2013), por tal razón, “el concreto reforzado con fibras se ha usado en diferentes tipos de elementos como por ejemplo en vigas, columnas, muros estructurales, pisos industriales, concretos lanzados, pasadores de pavimentos rígidos y en reparación de concretos” (Aragón S; Zapata A, 2013), donde “la combinación de armadura convencional y fibras puede suponer una alternativa para reducir la cuantía de armadura convencional, debido a que funciona de manera adecuada a tracción, impidiendo la abertura y propagación de fisuras” (EHE , 2008).

Por lo anteriormente mencionado, se optó por estudiar el comportamiento de la fibra de vidrio, teniendo en cuenta la información suministrada del material a estudiar muestra poca influencia en la resistencia a la compresión, y que por el contrario, esta mezcla de hormigón incide directamente en el aumento de la resistencia a la flexo tracción, cumpliéndose que a mayor porcentaje de fibra de vidrio adicionado, mayor es el aumento de la resistencia a la flexo tracción, de igual manera mejorar la combinación de propiedades mecánicas tales como rigidez, tenacidad y resistencia a la tracción a temperatura ambiente y a elevadas temperaturas. (Muñoz, 2007).

Siendo la fibra de vidrio una alternativa viable para reducir problemas patológicos en el concreto llegando a considerarse como un buen sustituto para el acero por los beneficios antes mencionado, además su durabilidad como también su ergonomía, son 2 beneficios que señalan a la fibra de vidrio como un material con gran ventaja económica a nivel de rentabilidad. El poco mantenimiento que requiere y la practicidad de su instalación, derivan en un ahorro significativo en recursos humanos e insumos (Fibras y Normas de Colombia S.A.S.). Por consiguiente, para la elaboración de este trabajo se espera comprobar la resistencia que tiene los diseños de mezcla en los diferentes porcentajes, donde se tendrán en cuenta la macrofibra de vidrio para refuerzo del hormigón Anti-Crak HP 67/36, el cual será comparado con la fibra sintética estructurales TUF-STRAND SF, con el fin de verificar cuál de estas tiene mejor comportamiento entre las cuales tenemos:

2.5.1 Ficha técnica de la Macrofibra de vidrio para refuerzo.



OCV Reinforcements

INFORMACIÓN DE PRODUCTO

Anti-Crak® HP 67/36

Macrofibra de vidrio para refuerzo de hormigón

Las fibras Anti-Crak® HP forman parte de la gama de productos Cem-FIL®.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Anti-Crak® HP 67/36 es una macrofibra de vidrio de "alto rendimiento" resistente a los álcalis y diseñada para refuerzo frente a la fisuración por retracción plástica, térmica y de secado. **Anti-Crak® HP 67/36** aumenta la ductilidad y la resistencia a la flexión, y aporta al hormigón solidez, así como resistencia frente a los impactos y la fatiga. **Anti-Crak® HP 67/36** se puede usar como refuerzo secundario y, en aplicaciones específicas, también como refuerzo principal.

Anti-Crak® HP 67/36 se dispersa de manera rápida y uniforme en toda la matriz de hormigón porque su peso específico es similar al de los agregados usados en el hormigón. Esta característica, inherente al vidrio, garantiza una fibra de alto rendimiento en toda la masa del hormigón.

APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Anti-Crak® HP 67/36 se ha diseñado especialmente para sustituir el refuerzo primario y secundario (refuerzo de mallazo fino de acero, barra de refuerzo ligera, fibras sintéticas y de acero) en suelos de hormigón para uso residencial, comercial e industrial, capas de compresión, pavimentos y hormigón prefabricado.



VENTAJAS Y BENEFICIOS

- Control y prevención de la fisuración en hormigón y morteros frescos y endurecidos.
- Fisuración por retracción plástica, retracción en el secado y fisuración térmica, fisuración de servicio en vida en hormigones sometidos a cargas.
- Mejora las propiedades mecánicas del hormigón endurecido.
- Dispersión rápida y uniforme durante la mezcla.
- No afectará el bombeo del hormigón.
- Admite dosis elevadas sin que se vea afectada la trabajabilidad.
- Resistente a la corrosión.
- No necesita más agua.
- Fácil de manejar.

CARACTERÍSTICAS (valores nominales)

- Longitud de la fibra: 36 mm - 1½ pulgadas
- Relación de aspecto (longitud / diámetro) : 67
- Peso específico: 2,68 g/cm³
- Módulo de elasticidad: 72 GPa • 10 x 10⁶ psi
- Humedad: 0,3% máx. (ISO 3344: 1977)
- Material: Vidrio resistente a los álcalis*
- Punto de ablandamiento: 860 °C • 1580 °F
- Conductividad eléctrica: Muy baja
- Resistencia química: Muy alta
- Resistencia a la tracción: 1.700 MPa • 250 x 10³ psi



* Nuestras fibras están fabricadas con un alto contenido en circonio, que cumple las normas ASTM C1609/C 1666M-07 y EN 15422, y las recomendaciones de PCI y GRCA.

Figura 6. Continuación

Anti-Crak® HP 67/36

Macrofibra de vidrio para refuerzo de hormigón

Las fibras Anti-Crak® HP forman parte de la gama de productos Cem-FIL®.

CÓMO UTILIZARLO - DOSIFICACIÓN

Las fibras Anti-Crak® HP 67/36 se pueden introducir en cualquier momento durante la mezcla o el procesamiento. Los valores de dosificación dependen de la aplicación y los niveles de rendimiento deseados. Póngase en contacto con su representante de ventas de OCV para que le sugiera recomendaciones.

Las dosis recomendadas son:

Prestaciones	Refuerzo secundario	Refuerzo primario en aplicaciones para suelos
Dosis recomendada	1.5 - 5 kg/m ³ 2.5 - 8.0 lb / cu.yd	5.0 - 15kg/m ³ 8.0 - 25 lb / cu.yd

EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

Anti-Crak® HP 67/36 se suministra envasado en bolsas de plástico de 5 kg. Las fibras Anti-Crak® HP deben ser almacenadas protegidas del calor y la humedad, y dentro de su embalaje original.

NORMAS DE CALIDAD – CERTIFICACIÓN

- Las fibras Cem-FIL® se fabrican según un sistema de gestión de calidad aprobado para ISO 9001. Además, el rendimiento real de las fibras Cem-FIL® está sujeto a evaluación y aprobación independientes en Alemania (Zulassung n.º Z-3.72.1731).
- Las fibras Cem-FIL® cumplen las normas de seguridad conforme a la Directiva Europea 99/45/EC, 67/548/EEC y sus enmiendas más recientes.

Servicio de atención al cliente Cem-FIL®
 Alcalá de Henares, España
 Tel. : + 34.91 885 58 03
 Fax : + 34.91 885 58 34
 Cem-fil@owenscorning.com

WWW.CEM-FIL.COM



OCV Reinforcements

**OWENS CORNING
COMPOSITE MATERIALS, LLE**
ONE OWENS CORNING PARKWAY
TOLEDO, OHIO 43059
1.800.GET.PINK™
www.owenscorning.com
www.owenscorning.com

**EUROPEAN OWENS CORNING
FIBERGLAS, SPRL.**
105, CHAUSSEE DE LA HULPE
B-1170 BRUSSELS
BELGIUM
+32.2.674.82.11

**OWENS CORNING – OCV ASIA PACIFIC
SHANGHAI REGIONAL HEADQUARTERS.**
2F OLIVE LVD. MANSION
620 HUA SHAN ROAD
SHANGHAI 200040
CHINA
86.21.82489200

La información y los datos aquí contenidos se ofrecen sólo como una guía para la selección de un refuerzo. La información contenida en esta publicación se basa en datos reales de laboratorio y en la experiencia en proyectos de campo. Owens Corning no garantiza ni la aplicabilidad ni la idoneidad al proceso del usuario. El usuario acepta ser el responsable de probar completamente cualquier aplicación para determinar la adecuación antes de comprar o utilizar. Se reserva el derecho de Owens Corning de sus propios procedimientos cuando uno debe o cualquier otro refuerzo. Debido a que nuestros productos pueden afectar los resultados, no utilizamos garantía de longitud, peso, espesor y proporción, incluyendo aquellos en construcción y adición para un propósito particular. Las aplicaciones contenidas en esta publicación no deben ser interpretadas como recomendación o garantía, ni como incentivo para infringir alguna patente o usar algún código de registro de ley o regulación de seguridad.

Pub. No. 10013678-A. Owens Corning se reserva el derecho a modificar este documento sin previo aviso. ©2011 Owens Corning

Cemfil_AnticrackHP_6736_ww_01_2011_Rev0_ES

Figura 6. Ficha técnica Anti-Crak HP 67/36 Obtenido de Reinforcements
https://www.serraciments.com/wp-content/uploads/2017/09/Cemfil_AnticrackHP_6736_ww_01_2011_Rev0_ES.pdf

2.5.2. Ficha técnica de las fibras sintéticas estructurales.


TUF - STRAND SF Fibras sintéticas estructurales		ADITIVOS
Descripción	<p>TUF - STRAND SF son fibras sintéticas estructurales mezcla de polipropileno / polietileno, monofilamento, las cuales se auto fibrilan cuando se incorporan en la mezcla de concreto, utilizadas exitosamente para reemplazar la malla electrosoldada y las fibras metálicas en una amplia variedad de aplicaciones.</p> <p>Las fibras TUF - STRAND SF cumplen con la norma ASTM C-1116, para el tipo III (Syntetic Fiber – Reinforced Concrete o Shotcrete). Especificación para concreto y concreto lanzado reforzado con fibra, y están diseñadas específicamente para proveer una resistencia a la tensión equivalente a la de los refuerzos convencionales.</p> <p>El concreto reforzado con TUF - STRAND SF tiene un reforzamiento tridimensional con incremento de la tenacidad a la flexión, la resistencia a la abrasión y al impacto. También ayuda a reducir la formación de fisuras por retracción plástica en el concreto.</p> <p>Las macrofibras sintéticas cumplen con las partes aplicables del International Code Council (ICC), criterio de aceptación AC 308 para fibras sintéticas, tienen certificación UL para uso en construcción de sistemas metaldeck y son reconocidas por ACI 308 R-06 y SDI / ANSI C.I.O como alternativas al reforzamiento con malla electrosoldada.</p>	
Información Técnica	<p>PROPIEDADES FISICAS Material : Mezcla de Polipropileno / polietileno Gravedad Especifica : 0.92 Resistencia a Tensión : 600 - 650 MPa (87 - 94 Ksi) Módulo de elasticidad : 9.5 GPa (1,388 Ksi) Punto de flama (ASTM D-1929) : 330°C (625°F) Longitud de fibra : 50 mm (2") Aspect Ratio : 74 Color : Blanco Absorción de agua : Despreciable Resistencia a Alcalis : Excelente Resistencia a ácidos : Excelente Resistencia a moho – hongos : Excelente Dosis típica : 1.8 - 12 kg/m³ Denier : 3000</p>	
Usos	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos prefabricados en concreto. • Concreto lanzado (recubrimiento de túneles, construcción de piscinas, estabilización de taludes). • Pavimentos y Whitetopping • Pisos de concreto en centros de distribución, pisos industriales, pisos de bodegas. 	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Controla y mitiga la retracción y fisuración por retracción plástica, reduce la segregación y la exudación. • Da un control tridimensional de la contracción plástica. • Reduce el contenido de fibra y optimiza el espesor comparado con las fibras metálicas para aplicación de concreto lanzado. • Excelente dispersión en concreto. • Reduce el deterioro de equipos. • Reduce el rebote del concreto lanzado cuando se compara con fibras de acero y otras fibras sintéticas. 	
<p>OFICINA PRINCIPAL: Calle 40A, No. 47A - 53 2da. 4 - Bogotá - Colombia Pbx: (57) 201 26110 - Fax: (57) 201 26110 ext. 222 WWW.TOXEMENT.COM.CO</p>		TUF - STRAND SF
		TX40T231
		

Figura 7. Continuación

TUF - STRAND SF

Fibras sintéticas estructurales

- TUF - STRAND SF ha sido probada de acuerdo con ASTM C-1399, C-1550, C-1609 y C-1018 y EFNARC (Experts for Specialized Construction and Concrete Systems).
- Aplican los criterios de diseño considerados en ACI 360 R-06, capítulo 10.
- Certificación de uso UL / ULC para ensambles de metaldeck D900 series, como alternativa al uso de malla electrosoldada.
- Resistente a corrosión, no es magnética, no es un refuerzo estructural conductible.
- Reduce costos de colocación si se compara con la malla electrosoldada.
- Fácil de usar y puede ser adicionada a la mezcla de concreto en cualquier momento antes de la colocación.

ADITIVOS

Dosificación

TUF - STRAND SF puede ser adicionado al concreto en un rango de 1.8 - 12 kg/m³ dependiendo de la aplicación y requerimientos del diseño de mezcla.

Para establecer la cantidad de TUF - STRAND SF necesaria para reemplazar la malla electrosoldada en una aplicación específica, consulte al Departamento Técnico de TOXEMENT.

Aplicación

- Las fibras TUF STRAND SF se pueden adicionar a la mezcla de concreto en cualquier momento antes de la colocación del concreto. Generalmente se recomienda adicionar la fibra en la planta de producción del concreto.
- Una vez adicionadas las fibras al concreto, se debe mezclar por un mínimo de 3 a 5 minutos a la máxima velocidad para asegurar la completa dispersión y homogeneización de las fibras en la mezcla.
- Para dosificaciones de 2 - 3 kg/m³ se puede preveer un asentamiento de 50 mm (2"). Para dosificaciones de 3 a 7 kg/m³ se puede esperar una pérdida de asentamiento de 75 a 125 mm (3 a 5 in).
- Para mantener la trabajabilidad deseada puede ser necesario usar aditivos reductores y/o plastificantes tales como EUCON 37, EUCON 1037 o aditivos de la serie PLASTOL.
- Adicione los aditivos de manera independiente a las fibras TUF STRAND SF.
- TUF STRAND SF es compatible con todos los aditivos de TOXEMENT.
- El uso apropiado de las fibras TUF STRAND SF no afecta la resistencia a la compresión o a la flexión del concreto o del concreto lanzado.

4" x 4" x 14" beam

Average Residual Strength (ARS) at given deflection					
Deflection	0.5 mm	0.75 mm	1 mm	1.25 mm	Average
ARS - MPa	1.29	1.24	1.21	1.19	1.23
ARS - psi	187	180	176	172	179

single test analysis - individual results may vary

OFICINA PRINCIPAL:
Calle 20C No 43A - 52 Int. 4 - Bogotá - Colombia
Pbx: (1) 208 86 00 • Fax: (1) 208 8600 Ext 103
WWW.TOXEMENT.COM.CO

TX401231

EUCLID GROUP
TOXEMENT

2.6 Marco legal

El desarrollo del presente proyecto de grado, se realizará apoyado con las especificaciones y normas técnicas en el ámbito legal, entre las cuales encontramos el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), Título C. Complementando con las respectivas normas para realizar los ensayos de caracterización de los materiales granulométricos, como son, las normas NTC 174 “especificaciones de los agregados para concreto”, NTC 237 “método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino”, NTC 176 “método de ensayo para determinar la densidad y absorción del agregado grueso”, para finalmente, realizar el diseño de mezcla de concreto para el método de Diseño de Peso Normal según el ACI 211, y por consiguiente, realizar los ensayos de la resistencia en cilindros de concreto mediante las especificaciones en la NTC-673 “resistencia a compresión de los cilindros normales de concreto”, la NTC-722 “resistencia a tracción indirecta en cilindros de concreto” y la NTC-4025 “módulo de elasticidad estático, e y relación de poisson, n en concreto a compresión”. Al igual se tendrá en cuenta la NTC 396 “método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto”.

Posteriormente, se realizará el ensayo de la NTC 3658 “Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas” esta norma, hace referencia al procedimiento de obtención, preparación y ensayo de núcleos extraídos de estructuras de concreto, vigas elaborados con los materiales a estudiar, refuerzo de acero para el posterior reemplazo de este por fibras, para determinar así la resistencia a la compresión, tracción indirecta y la resistencia a la flexión.

Se tendrán como base dos normas, donde se mencionan las características de las fibras como lo es la NTC 2871 “Resistencias a la flexión” (Determinación de la resistencia al primer pico, del último y de la resistencia residual) de vigas de concreto reforzado con fibras” este ensayo corresponde al tercero de los procedimientos sobre concreto lanzado, descrito por la norma NTC 2871, también se trabajará con la NTC 5541 “Concreto reforzado con fibra” (ASTM C 1116), ésta última, establece la norma general de fibras, con las definiciones y su clasificación, así como señala las recomendaciones de mezclado, transporte y manipulación de un concreto reforzado con fibras, al igual que las tolerancias de variación sobre las propiedades más importantes de los concretos reforzados con fibras.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Diseño metodológico

El presente trabajo de investigación, propone el reemplazo de acero de refuerzo, por fibra de vidrio para placas de entrepiso, con la realización de los ensayos pertinentes, conociendo así, el comportamiento estructural de dichas placa, considerando que la “investigación exploratoria tiene como función descubrir las bases y recabar información que permita como resultado de estudio, la formulación de una hipótesis, siendo esta útil, por cuanto sirve para familiarizar al investigador con un objeto que hasta el momento sean totalmente desconocido” (Selltiz, 1980).

El desarrollo de la investigación se desarrollará en seis fases:

- ✓ Para la primera fase, se realizará un compendio mediante la recopilación de diversa información investigativa relacionadas con el tema de estudio obtenido de tesis, artículos y/o libros, al igual de las respectivas normas y ensayos de laboratorio que permitan representar las condiciones reales.

- ✓ En la segunda fase, se aplicarán clasificación y ensayo granulométrico de agregados gruesos y finos, mediante un diseño de mezcla, caracterización físico mecánica de un concreto como lo estable las ASTM y ACI, como también la verificación de dichas fibras a incorporar en el concreto a trabajar.

- ✓ Se realizará la tercera fase mediante modelos estadísticos necesarios para estudiar y realizar los formatos de análisis de resultado para obtener datos confiables.

- ✓ Para la cuarta fase se realizarán toma de muestras (cilindros y vigas) necesarias obtenidas mediante método estadístico, para cada porcentaje de fibra de vidrio los cuales varían entre 0 Kg/m³, 5 Kg/m³ y 9 Kg/m³ tomando como referencias los porcentajes extraídos de las fichas técnicas de dichos materiales de fibras y las muestras para la dosificación del concreto reforzado común, para su posterior ensayo a compresión para las edades mencionadas a continuación.

- ✓ La quinta fase se desarrollará mediante ensayos a compresión y flexión de las muestras tomadas en la fase 4, concreto reforzado con acero y con fibras mediante lo establecido en la NTC, ensayados en edades de 7, 14 y 28 días.

- Las evaluaciones estructurales a estos efectos deben hacerse por medio de ensayos que representen las condiciones reales.

- ✓ En la fase final se analizarán los datos obtenidos en laboratorios mediante pruebas realizadas al concreto con inclusión de fibra, por consiguiente, se logrará desarrollar las respectivas comparaciones, obteniendo posibles conclusiones y recomendaciones del estudio.

3.2 Población y muestra

3.2.1. Población. Para el desarrollo de este estudio se realizaron ensayos y pruebas de fuerza en el concreto, donde se analizó lo descrito en la NTC 2275 “Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto”, la cual nos establece que, para determinar valores de resistencias, desviación estándar y coeficiente de variación, deberán realizarse un conjunto de por lo menos 30 ensayos consecutivos de resistencia bajo condiciones semejantes. Pero teniendo en cuenta que el estudio gira entorno a las pruebas y ensayos de fuerza del concreto, se llega a la conclusión de que el número de ensayos a realizar no va hacer el mencionado anteriormente, es decir que durante el desarrollo de la investigación se tomará el resultado que arroje la ecuación de la muestra de población. (Icontec, 1997).

3.2.2. Muestra. Para establecer una cantidad ejecutable de muestras dentro del desarrollo de este trabajo de investigación se realizará un cálculo de tamaño de muestra con la distribución normal mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra

Z: Nivel de confianza

σ : Desviación estándar

e: Error máximo tolerable

3.2.3. Tamaño de la muestra. Se define como el número de muestra extraída de una determinada población a estudiar donde se generan las observaciones necesarias para dicha investigación.

3.2.4. Nivel de confianza. Valor de certeza que genera el dato que buscamos obtener dentro de un margen de error, se determina mediante la siguiente tabla.

Tabla 1. Nivel de Confianza

Nivel de Confianza	Z
99.7%	3
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645
80%	1.28
50%	0.674

Nota: porcentaje de seguridad de los estudios investigativos. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S230437682011000700006&script=sci_arttext&tln g=es.

3.2.5. Error máximo tolerable. Intervalo en el que se espera encontrar el dato que se quiere medir, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% y 9%.

3.2.6. Desviación estándar. Es un índice de medición numérico de la dispersión de un conjunto de datos.

Para determinar la muestra que se va a utilizar para el desarrollo de esta tesis, se tendrá en cuenta la ecuación infinita, debido a que la investigación va enfocada en una zona intermedia y al no tener un dato existente de un número exacto para la toma del tamaño de la población que pertenece a esta, se optó la ecuación infinita.

Para la solución de la ecuación de muestra se tendrán en cuenta los siguientes valores:

Z: 1.96%

\square : 0.05

e: 0.05

Al reemplazar:

$$\square = \frac{1.96^2 * 0.05^2}{0.05^2}$$

$$\square = 38416 \cong 4 \text{ Probetas}$$

Para la realización de este proyecto se tienen tres (3) porcentajes en estudio 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ los cuales fueron escogidos teniendo en cuenta las dosificaciones dadas en la ficha técnica de las fibras a utilizar de nombre Anti-Crak HP 67/36 Macrofibra de vidrio para refuerzo de hormigón y TUF-STRAND SF Fibras sintéticas estructurales. Teniendo como base los porcentajes mostrados y el resultado obtenido en la ecuación de muestra donde se realizarán cuatro (4) probetas para cada porcentaje, siendo (3) las ensayas y una (1) como testigo, dando un total de doce (12) especímenes de cilindro a ensayar a compresión por cada uno de las fibras a estudiar, sin embargo, las probetas requeridas para el ensayo de flexión sólo se realizarán seis (6) probetas de vigas con cada tipo de fibra, siendo dos (2) especímenes por cada porcentaje analizado.

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

Para el desarrollo del proyecto, se contará con:

Keila Gimena Chinchilla Niño y Melisa Beth Reales Sánchez. Estudiantes investigadores que se encargaran de la ejecución, análisis e interpretación de los datos obtenidos en cada uno de los ensayos de laboratorio, para el desarrollo adecuado del proyecto de investigación.

Leidy Alejandra Páez Gaona. Ingeniera Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos y en Interventoría de Obras Civiles, directora y guía del proyecto investigativo, proporcionando los conocimientos necesarios para el desarrollo correcto de este trabajo.

4.2 Recursos institucionales

La Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, facilitara la dotación de sus instalaciones, como lo son, el laboratorio de Suelos y Pavimento donde se requieren todos los equipos necesarios para la caracterización de los agregados (finos y gruesos), así como un espacio adecuado para la realización del Diseño de Mezcla, al igual que el laboratorio de Resistencia de Materiales y Sísmica para los ensayos de compresión en cilindro de concreto, extracción de núcleo y flexo-tracción en vigas de concreto, para así analizar el comportamiento

de las fibras y la biblioteca Argemiro Bayona quien nos proporcionará las normas necesarias para desarrollar cada ensayo de laboratorio.

4.3. Recurso tecnológico

Para el análisis de las hojas de cálculos y la investigación, se requiere el uso de un computador y el cual no representa un costo monetario por parte de los estudiantes investigadores.

4.4. Recurso Independiente

Para los ensayos correspondientes al desarrollo del trabajo de investigación y por efectos de la emergencia sanitaria generada por el Coronavirus COVID-19 fueron suspendidas las actividades dentro de estas instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sin embargo para dar continuidad al proceso investigativo se buscó como alternativa de solución un laboratorio externo a la institución siendo este de nombre GEOCIMENTOS SAS ubicado en Aguachica Cesar, es de aclarar que los costos de estos en su totalidad correrán por cuenta de los estudiantes anteriormente mencionados.

4.5. Recursos materiales

Dentro de este recurso podemos encontrar los costos unitarios y el costo total de los materiales a utilizar.

Tabla 2. Recursos materiales.

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	USO	CANT.	V/UNITARIO	V/TOTAL	
Herramienta menor (5%)	Herramienta a emplear en ensayos de laboratorio descritos en el presente documento.	5%	\$ 1.141.004	\$ 57.050	
Sacos de Naylon (Und)	Transporte, recolección y almacenamiento de material.	10	\$ 500	\$ 5.000	
TOTAL				\$ 62.050	
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UND	USO	CANT.	V/UNITARIO	V/TOTAL
Cemento	Bulto/m ³		8	\$ 23.000	\$ 184.000
Agregado Fino	M ³	Materiales para realizar la mezcla de concreto para todas las probetas a ensayar.	1	\$ 27.500	\$ 27.500
Agregado Grueso	M ³		1	\$ 56.000	\$ 56.000
Anti-Crak HP 67/36(5Kg)	Kg		1	\$ 105.000	\$ 105.000
TUF-STRAND SF (2,27kg)	Kg		6	\$ 91.916	\$ 551.496
Acero	Kg		35,784	\$ 3.186	\$ 114.008
Alambre	Kg		1	\$ 3.000	\$ 3.000
TOTAL				\$ 1.041.003,82	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	USO	CANTIDAD	V/UNIT	V/TOTAL	
Transporte de muestras	Transporte de las fibras con la cual se desarrolla el trabajo de investigación hasta la ciudad de Ocaña	2	\$ 50.000	\$ 100.000	
TOTAL				\$ 100.000	
PRESUPUESTO DE MATERIALES					
Equipo				\$ 62.050	
Materiales				\$ 1.041.004	
Transporte				\$ 100.000	
TOTAL				\$ 1.203.054,02	

Nota: Presupuesto total de materiales. Fuentes, Autores (2021).

4.5. Recurso administrativo

Tabla 3. Recursos administrativos.

PAPELERÍA					
DESCRIPCIÓN	UND	USO	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
Carpetas	Und	recolectar y archivar los datos obtenidos en los laboratorios realizados	2	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
Impresiones	Und		20	\$ 1.000,00	\$ 20.000,00
TOTAL					\$ 22.000,00

Nota: Presupuesto de papelería. Fuente, Autores (2021).

4.6. Presupuesto total

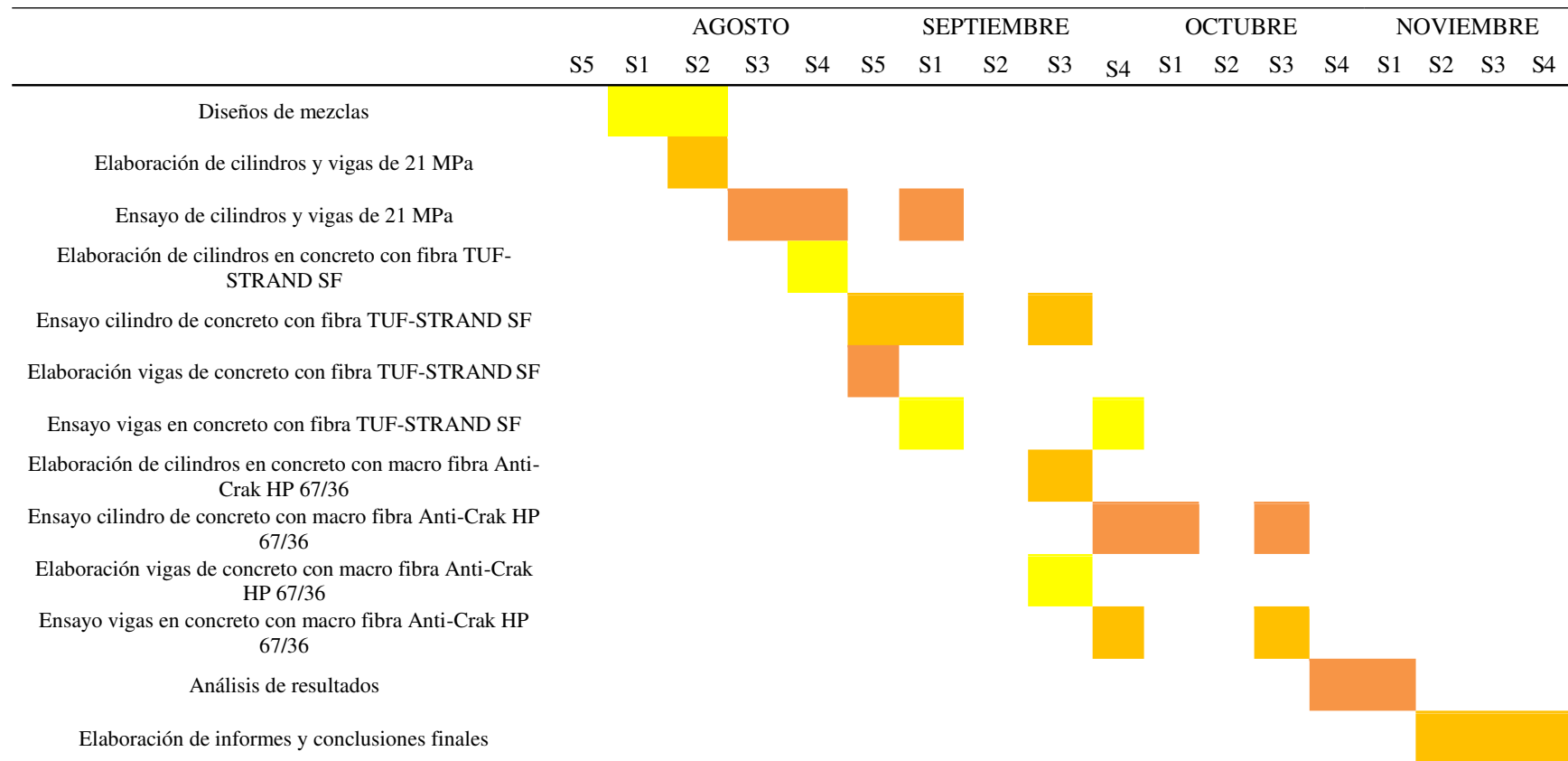
Tabla 4. Presupuesto Total.

PRESUPUESTO	
Recurso Humano	\$ -
Recurso institucional	\$ -
Recurso Tecnológico	\$ -
Recurso de Materiales	\$ 1.203.054,02
Recurso Administrativo	\$ 22.000,00
TOTAL	\$ 1.225.054,02

Nota: Recursos para la administración del proyecto. Fuentes, Autores (2021).

4.7 Cronograma de actividades

Tabla 5. Cronograma.



Nota. Actividades a realizar. Fuente, Autores (2021)

Capítulo 5. Propiedades del concreto

Para la ejecución de este proyecto investigativo se realizarán ensayos comparativos de resistencia a la compresión y flexión, determinando de esta manera el comportamiento del concreto con los dos tipos de fibras utilizadas en los porcentajes de 0 Kg/m³, 5 Kg/m³ y 9 Kg/m³ con respecto al volumen de cada mezcla, estudiando la influencia de la fibra incorporada en la mezcla de concreto con algunos materiales.

Con los agregados fino y grueso obtenido de la planta “El guayabal” ubicada en la ciudad de Ocaña, se prosiguió a realizar los ensayos concernientes en los laboratorios llamado Geocimientos S.A.S la cual cuenta con certificados de calibración de los equipos (apéndice A), el cual se basa en las siguientes normas Técnicas Colombiana (NTC) para los laboratorios.

NTC 1776 “Método de ensayos para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados”.

NTC 77 “Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos”.

NTC 176 “Método de ensayo para determinar la densidad y absorción del agregado grueso”.

NTC 237 “Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino”.

NTC 92 “Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregado”.

Método ACI “Diseño de mezcla de concreto”.

En la tabla 6 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados en el laboratorio, el resultado de cada uno de estos se encuentra en el apéndice B muestra los resultados obtenidos en el diseño de mezcla.

5.1. Características de los agregados

✓ Granulometría del agregado grueso y fino

Mediante la NTC 77 en el que se especifica el proceso para la obtención de las características del material mostrados en el apéndice B.1 y las figuras en el Apéndice E.1 se logró concluir que el Agregado grueso posee un TM de 1” y el TMN $\frac{3}{4}$ ”, del mismo modo los datos derivado de los agregados finos poseen un módulo de finura de 3.4, dando como resultado las siguientes gráficas granulométricas de los agregados finos y gruesos.

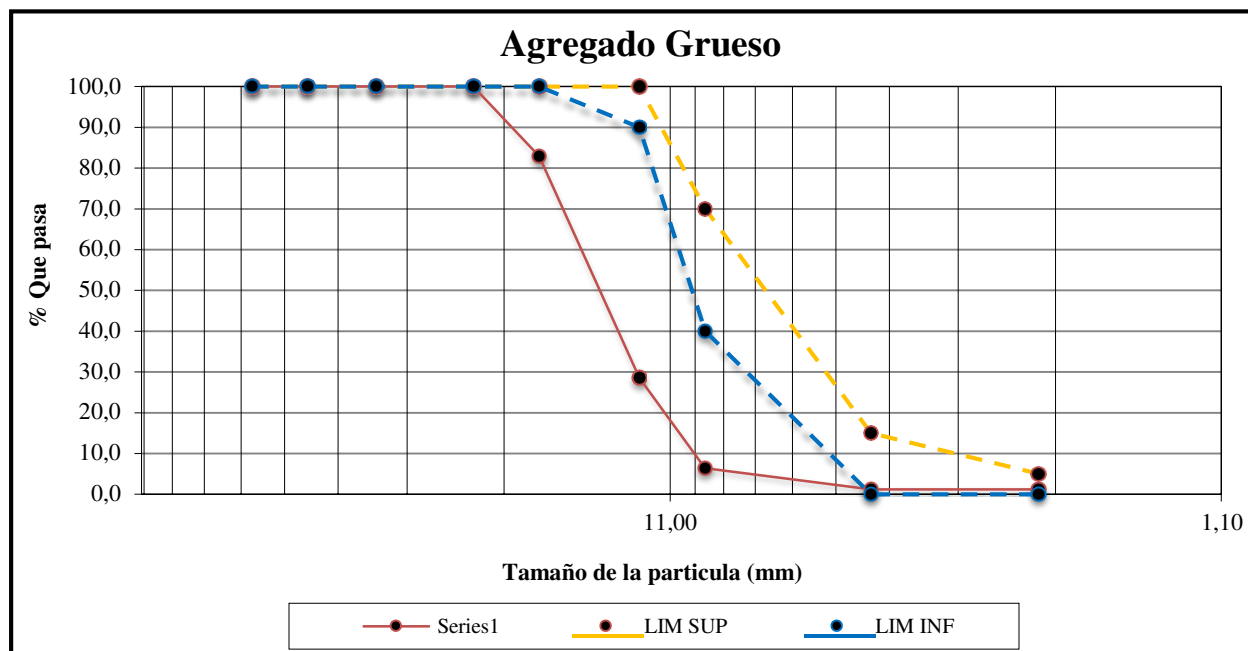


Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso. Fuente: Autores (2021).

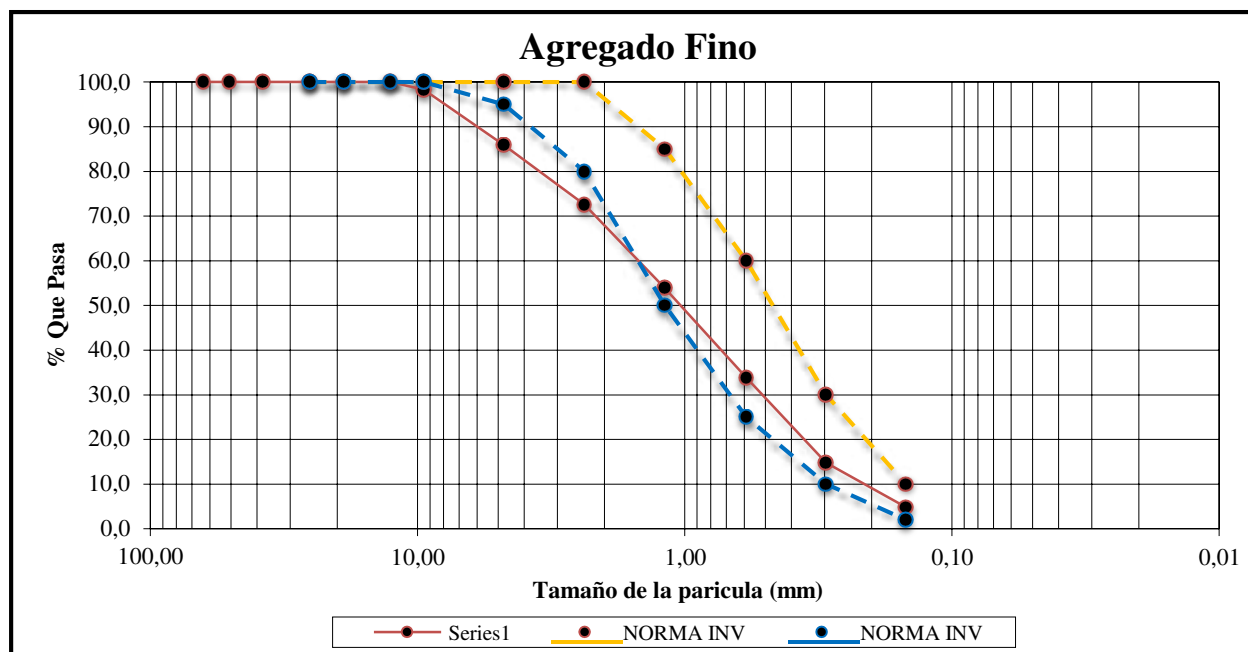


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino. Fuente: Autores (2021).

✓ **Densidad de absorción de los agregados**

Tomando como referencia la NTC 176 para agregado grueso se concluyó que la densidad fue de 2.82 g/cm³ y una absorción de 1.8%, de igual forma con la NTC 237 para agregado fino se obtuvo una densidad de 2.69 g/cm³ y una absorción de 2.19%.

✓ **Masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados**

De igual forma mediante la NTC 92 se logró encontrar que para el agregado grueso se obtuvo una la masa unitaria suelta de 1.592 g/cm³ y de masa compactada de 1.67 g/cm³, sin embargo, para el agregado fino la masa unitaria suelta fue de 1.641 g/cm³ y de masa compactada de 1.821 g/cm³, todo esto consignado en los datos estipulados en el apéndice B

Tabla 6. Caracterización de los agregados.

Norma	Descripción	Tipo de Agregado	Resultado
NTC 1776	Humedad (%)	Fino	0
		Grueso	0
NTC 77	Granulometría	Fino	MF 3,4
		Grueso	TMN 3/4
NTC 237	Densidad (g/cm ³)	Fino	2,69
	Absorción (%)	Fino	2,19
NTC 176	Densidad (g/cm ³)	Grueso	2,82
	Absorción (%)	Grueso	1,8
NTC 92	Masa Unitaria Suelta (kg/cm ³)	Fino	1641
	Masa Unitaria Compactada (kg/cm ³)	Fino	1821
	Masa Unitaria Suelta (kg/cm ³)	Grueso	1592
	Masa Unitaria Compactada (kg/cm ³)	Grueso	1679

Fuente: Autores (2021).

5.2 Diseño de Mezcla de concreto hidráulico con contenidos porcentuales de 0 kg/m³, 5 kg/m³ y 9 kg/m³

Teniendo en cuenta cada uno de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorios y las propiedades de los materiales utilizados, se procedió a la elaboración de los diseños de mezclas para una resistencia de 21 MPa a compresión y 24.5 MPa a flexión como se muestra en el ítem 6.1 se hallan la dosificación correspondiente de cada uno de los materiales por metro cúbico, así mismo, se procedió a calcular las porciones correspondiente para elaboración de los especímenes a ensayar como se especifican en la tabla 7 y tabla 8.

✓ Diseño de la mezcla hidráulica con resistencia última a la compresión de 21 MPa (3000 Psi)

Tabla 7. Dosificación para cilindros.

Cilindro				
Datos Cilindro (Unidad)	Diámetro (m)	0,1	Área (m ²)	0,007854
	Altura (m)	0,2	Volumen (m ³)	0,0015708
Datos Cilindro (4 Unidades)		Peso (Kg/m ³)	Dosificación	Porción (Kg)
	Agua	205	0,6	2,4
	Cemento	344	1	4
	Agregado fino	923,668	2,7	10,8
	Agregado Grueso	961,4	2,8	11,2
	Peso Total	2434	-	28,4
	Fibras	5%		9%
	Kg	0,058		0,105

Nota: La tabla muestra las proporciones de los materiales por cada porcentaje para los 3 especímenes a ensayar y el testigo. Fuente, Autores (2021).

✓ **Diseño de la mezcla hidráulica con resistencia última a la compresión de 24.5 MPa (3500 Psi)**

Tabla 8. *Dosificación para vigas.*

Viga				
Datos de la Viga (Unidad)	Base (m)	0,15	Largo (m)	0,5
	Altura (m)	0,15	Volumen (m ³)	0,01125
Datos de las Vigas (2 Unidades)		Peso (Kg/m ³)	Dosificación	Porción (kg)
	Agua	216	0,5	6
	Cemento	434	1	12
	Agregado fino	747,675	1,7	20,4
	Agregado grueso	1032,5	2,4	28,8
	Peso Total	2429,9	2429,9	67,2
	Fibras	0,05		0,09
Kg	0,138		0,249	

Nota: La tabla muestra las proporciones de los materiales por cada porcentaje para los 2 espécimen a ensayar. Fuente, Autores (2021).

Para la verificación de los respectivos ensayos se debe realizar un método que garantice una uniformidad de la mezcla de concreto fresco, así mismo, determinando si su fluidez y consistencia están de acuerdo al diseñado, por consiguiente, esté logre estar dentro de los parámetros de la NTC 396 “Método de ensayo para determinar el asentamiento de concreto”, mediante la utilización del cono de asentamiento o Slump como se muestra en la figura 10, el cual es vaciado en 3 capas con 25 compactadas con 25 golpes distribuidos uniformemente en el área de la sección transversal del recipiente.



Figura 10. Procedimiento del cálculo de asentamiento (Slump) para elaboración de cilindros. Fuente: Autores (2021).

Capítulo 6. Presentación de resultados

6.1. Determinar el diseño de mezcla con adición de fibra de vidrio garantizando las resistencias.

Con los datos obtenidos de la caracterización de los materiales, como se puede notar en el apéndice B (Diseño de mezcla de concreto hidráulico), se puede observar los datos hallados en cada uno de los respectivos laboratorios realizados por los cuales pudimos encontrar la granulometría, la densidad y absorción, la masa unitaria suelta y compactada de los agregados gruesos y finos.

6.1.1. Diseño de mezcla para ensayos a compresión. En la tabla 9, se puede apreciar los datos iniciales necesarios para determinar el diseño de mezcla de concreto hidráulico con una resistencia de 21 Mpa a utilizar en los ensayos de compresión, mediante probetas cilíndricas estandarizadas con porcentajes de 0 Kg/m³, 5 Kg/m³ y 9 Kg/m³ con fibra sintética estructural TUF-STRAND SF y Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36.

✓ Datos de los materiales

Tabla 9. Datos iniciales

Agregado Grueso	
Masa unitaria Suelta (kg/m ³)	1592
Masa unitaria suelta (kg/m ³)	1676
Densidad aparente (g/cm ³)	2,82
Absorción (%)	1,8
TMN	3/4"
Forma	Redondeada y lisa
Agregado Fino	
Masa unitaria Suelta (Kg/m ³)	1641
Masa unitaria compactada (Kg/m ³)	1821
Densidad aparente (g/cm ³)	2,69
Absorción (%)	2,19
Forma	Redondeada y lisa
Cemento Estructural	
	ARGOS
Peso específico	3,08
Masa unitaria suelta	1150

Nota: Datos necesarios para el diseño de mezcla de concreto hidráulico. Fuente: Autores (2021).

✓ Selección del asentamiento

En la figura 11 se ven reflejados los valores de asentamiento recomendados según el grado de trabajabilidad, consistencia y tipo de estructura, por consiguiente, para el desarrollo de este diseño de mezcla se tomó como referencia la losa medianamente reforzada y pavimentos compactada a mano, escogiendo así un rango asentamiento de 10 a 15 cm para los cálculos posteriores necesarios para el diseño.

Asentamiento (cm)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0-2,0	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaletas
2,0-3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos vibrados con máquina mecánica
3,5-5,0	Semi-seca	Pequeño	Construcción en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas con vibración Fundaciones en concreto simple Pavimentos con vibradores normales
5,0-10,0	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano. Columnas, vigas, fundaciones y muros, con vibración
10,0-15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

Figura 11. Asentamiento recomendado para varios tipos de construcción. Fuente: (Asocreto, 2019)

✓ Estimación del contenido de agua de mezclado

En el cálculo de la cantidad de agua recomendada en la mezcla de concreto, donde la figura 12 establece los valores teniendo en cuenta un asentamiento de (10 cm), trabajando con un valor de $\frac{3}{4}$ " (19 mm) como tamaño máximo nominal TMN y considerando que el concreto a trabajar es sin aire incluido, se logra obtener como resultado un contenido de agua correspondiente a 205 Kg/m³

Condición del contenido de aire	Asentamiento cm	Agua en kg/m ³ de concreto para los TMN del agregado indicados							
		10	12,5	20	25	40	50	70	150
		--	--	--	--	--	--	--	--
Concreto sin aire incluido	3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
	8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
	15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	--
	Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido	3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
	8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
	15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	--
	Promedio recomendable de contenido total de aire por ciento	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3
<p>* Estas cantidades de agua de mezclado deben utilizarse en los cálculos de los factores de cemento para mezclas de prueba. Son las máximas para agregados gruesos angulares razonablemente bien formados graduados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas</p> <p>** Los valores de asentamiento para un concreto que contenga un agregado mayor de 40 mm están basados en pruebas de asentamientos efectuados después de remover las partículas mayores de 40 mm por medio de cribado húmedo.</p>									

Figura 12. Agua para la mezcla. Fuente: (Asocreto, 2019)

✓ Relación Agua / Cemento

El valor de esta relación es uno de los factores más importantes para el diseño de mezcla y por lo tanto se debe tener mucho cuidado al momento de escogerlo debido a que este determina la resistencia, durabilidad, entre otros, donde para una resistencia a la compresión de 21 MPa (3000 Psi) a los 28 días de fraguado, para este diseño se obtuvo que la relación agua cemento (a/c) para el diseño de la mezcla corresponde a 0.58

Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm² (psi)	Concreto sin inclusión de aire Relación absoluta por peso	Concreto con inclusión de aire Relación absoluta por peso
175 (2 500)	0,65	0,56
210 (3 000)	0,58	0,5
245 (3 500)	0,52	0,46
280 (4 000)	0,47	0,42
315 (4 500)	0,43	0,38
350 (5 000)	0,4	0,35

Figura 13. Relación agua / cemento. Fuente: (Asocreto, 2019)

✓ Cantidad de cemento

Este valor se calcula mediante la relación agua entre la relación agua/cemento por metro cúbico de concreto, como se muestra en la siguiente expresión

$$C = \frac{A}{a/c}$$

Donde:

C: contenido de cemento

A: Cantidad de agua

a/c: Relación agua cemento

Reemplazando valores

$$\square = \frac{200 \square \square}{0.58}$$

$$\square = 344 \square \square / \square 3$$

✓ Verificación de los porcentajes y cantidad de agregados para la mezcla

Un buen concreto fresco y endurecido depende en gran medida de la granulometría de los agregados. Por este motivo, antes de dosificar las cantidades de la arena y grava es necesario verificar que su distribución de tamaños este comprendida dentro de un rango preestablecido y no obtener proporciones de agregado grueso y fino, no convenientes. (Asocreto, 2019)

Para la realización de este tendremos en cuenta el ensayo realizado mediante el procedimiento estipulado en la NTC 77 “Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos” donde los datos obtenido se encuentran en el apéndice B los cuales con la ayuda de las recomendadas de la NTC 174 “Especificaciones de los agregados para concreto”, donde en la figura 14 podemos apreciar la recomendación granulométrica para el agregado grueso según la ASTM C33

Agregado	Tamaño Normal mm	Material que pasa cada uno de los siguientes tamices (porcentajes)												
		101,60 mm 4"	90,50 mm 3 1/2"	76,10 mm 3"	64,00 mm 2 1/2"	50,85 mm 2"	38,10 mm 1 1/2"	25,40 mm 1"	19,00 mm 3/4"	12,70 mm 3/2"	9,51 mm 3/8"	4,76 mm No. 4	2,38 mm No. 8	1,19 mm No. 16
0	90,50 a 38,10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
1	64,00 a 38,10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2	50,80 a 4,76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38,10 a 4,76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25,40 a 4,76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19,00 a 4,76							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12,70 a 4,76								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9,51 a 2,38									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50,80 a 25,40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
9	38,10 a 19,00					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Figura 14. Recomendaciones granulométricas para el agregado grueso NTC 174. Fuente: (Asocreto, 2019)

Tabla 10. Verificación de las especificaciones granulométricas del agregado grueso

Tamiz		% pasa	Especificaciones		Condición
Pulg	(mm)		Límite inferior	Límite superior	
1"	25,4	100,0	95	100	Cumple
3/4"	19	82,9	-	-	-
1/2"	12,7	28,3	25	60	Cumple
3/8"	9,51	6,2	-	-	-
No. 4	4,75	1,0	0	10	Cumple
No. 8	2,38	0,9	0	5	Cumple

Nota: En la tabla se aprecia la verificación de los parámetros granulométricos del agregado grueso obtenidos de la muestra ensayada. Fuente: Autores (2021).

Teniendo en cuenta la figura 15 donde podemos apreciar la recomendación granulométrica para el agregado fino según la ASTM C33 y verificarlas con respecto a los valores encontrados en las muestras del laboratorio como se puede apreciar en la tabla 11.

Tamiz		% Pasa	
mm	Pulgadas	Límite inferior	Límite superior
9,51	3/4	10	100
4,76	No. 4	95	100
2,38	No. 8	80	100
1,19	No. 16	50	85
0,595	No. 30	25	60
0,297	No. 50	10	30
0,149	No. 100	2	10

Figura 15. Recomendaciones granulometrías para agregado fino según la NTC 174. Fuente: (Asocreto, 2019)

Tabla 11. Verificación de las especificaciones granulométricas del agregado fino

Tamiz		% pasa	Especificaciones		Condición
Pulg	(mm)		Límite inferior	Límite superior	
3/8"	9,5	98,3	-	100	Cumple
No. 4	4,8	85,9	95	100	Cumple
No. 8	2,4	72,4	80	100	Cumple
No. 16	1,2	53,6	50	85	Cumple
No. 30	0,6	33,4	25	60	Cumple
No. 50	0,3	14,2	10	30	Cumple
No. 100	0,2	4,2	2	10	Cumple

Nota: En la tabla se aprecia la verificación de los parámetros granulométricos del agregado fino obtenidos de la muestra ensayada. Fuente: Autores (2021).

Mediante la verificación de las granulometrías de los agregados grueso y fino disponible para la elaboración del concreto hidráulico, se comprobó que cumplen con las especificaciones recomendadas en la norma ASTM C33, por consiguiente, se puede usar el método ACI el cual permite encontrar los volúmenes de los agregados como se muestra en la tabla 12 y consecutivamente con los datos anteriormente hallados, da como resultado los datos estipulados para el diseño de mezcla tabla 13

Tabla 12. *Proporciones de los materiales para diseño de mezcla de cilindros*

Descripción	Valores
% Arena	49%
% Grava	51%
Vol. Absoluto Agregado	683,3
g promedio g/cm ³	2759
W Agregado Kg	1885
W Arena Kg	923,7
W Grava Kg	961,4
Peso unitario Kg/m ³	2434

Nota: La tabla muestra las estimaciones de los contenidos de los materiales de la mezcla de concreto con 0%, 5% y 9% de fibra para los especímenes de cilindro. Fuente: Autores (2021).

Tabla 13. *Diseño de mezcla de concreto hidráulico para cilindros*

	Agua	Cemento	Arena	Grava
Peso de los agregados	206	344	923,668	961,4
Proporciones en peso seco de los agregados	0,6	1	2,7	2,8
Proporciones en volumen seto de agregados	0,6	1	1,9	2,0

Nota: En la tabla muestra Diseño de mezcla para los especímenes de cilindros en concreto con 0%, 5% y 9% de fibra. Fuente: Autores (2021).

6.1.2. Diseño de mezcla para ensayo a flexión. Para la elaboración de este diseño de mezcla de concreto hidráulico para las vigas con una resistencia de 24.5 MPa en 0%, 5% y 9% con fibra sintética estructural TUF-STRAND SF y Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 tabla 14 se tuvo en cuenta los datos establecidos en la tabla 9 y los pasos mostrados en el ítem 6.1.1 diseño de mezcla para la elaboración de cilindros para el desarrollo de este diseño dando como resultado los siguientes datos:

Tabla 14. *Proporciones de los materiales para diseño de mezcla de vigas*

Descripción	Valores
% Arena	42%
% Grava	58%
Vol. Absoluto Agregado	643,2
g promedio g/cm ³	2,768
W Agregado Kg	1790,2
W Arena Kg	747,7
W Grava Kg	1032,5
Peso unitario Kg/m ³	2429,9

Nota: La tabla muestra las estimaciones de los contenidos de los materiales de la mezcla de concreto con 0%, 5% y 9% de fibra para los especímenes de vigas. Fuente: Autores (2021).

Tabla 15. *Diseño de mezcla de concreto hidráulico para vigas*

	Agua	Cemento	Arena	Grava
Peso de los agregados	216	434	747,675	1032,5
Proporciones en peso seco de los agregados	0,5	1	1,7	2,4
Proporciones en volumen seto de agregados	0,5	1	1,2	1,7

Nota: En la tabla muestra Diseño de mezcla para los especímenes de vigas en concreto con 0%, 5% y 9% de fibra. Fuente: Autores (2021).

6.2. Determinar algunas propiedades mecánicas del concreto como el módulo elástico, resistencia a la compresión, esfuerzo a tracción máximo y esfuerzo de rotura.

6.2.1. Resistencia a la compresión. Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo a la Norma ASTM C 39 con moldes cilíndricos estándares, donde se realizaron 3 cilindros en concreto de 21 Mpa, 6 cilindros de concreto para la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF y 6 cilindros para la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36, específicamente 3 especímenes para fallar con cada dosificación del 0 Kg/m³, 5 Kg/m³, y 9 Kg/m³, ensayada a los 7, 14 y 28 días, por ende se le practica prueba de asentamiento para posteriormente vaciar el concreto fresco en los moldes a fin de desencofrar los a las 24 horas a

partir de la elaboración a temperatura y humedad del ambiente, inmediatamente se sumergen en el tanque de agua del laboratorio para su curado hasta el día de la respectiva prueba.

Al realizar el ensayo del diseño realizado con los materiales utilizados se logró que la resistencia porcentual de esta mezcla de concreto superando mínimamente los porcentajes de nivel de aceptación para una resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 los cuales son de 70%, 80% y 100% respectivamente como se muestra en la figura 16. Así mismo, en el ensayos a compresión realizados con concreto de 21 MPa con 0% de fibra se logró evidenciar mediante la NTC 673 “Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto” que el espécimen ensayado a los 7 días produjo una falla tipo 4 “fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del tipo 1” y en los espécimen ensayados a los 14 y 28 días una falla tipo 5 “fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)”.

Tabla 16. Cilindros de concreto de 21 MPa con 0 % de porcentaje de fibra.

Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Área (in ²)	Masa (gr)	Densidad (g/cm ³)	Lectura Maquina $\frac{K}{N}$	Resistencia obtenida (Psi)	Resistencia obtenida (Mpa)
8/07/2020	15/07/2020	7	20,0	10,0	12,17	3890,0	2,476	119,8	2169,5	15,0
8/07/2020	22/07/2020	14	20,0	10,0	12,17	3880,0	2,470	145,3	2631,3	18,1
8/07/2020	5/08/2020	28	20,0	10,0	12,17	3875,0	2,467	194,5	3522,3	24,3

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros normales de concreto mediante la norma I.N.V.E. -140-2013, con porcentaje del 0% con criterio de aceptación de 3000 Psi o 21 MPa.
Fuente: Autores (2021).

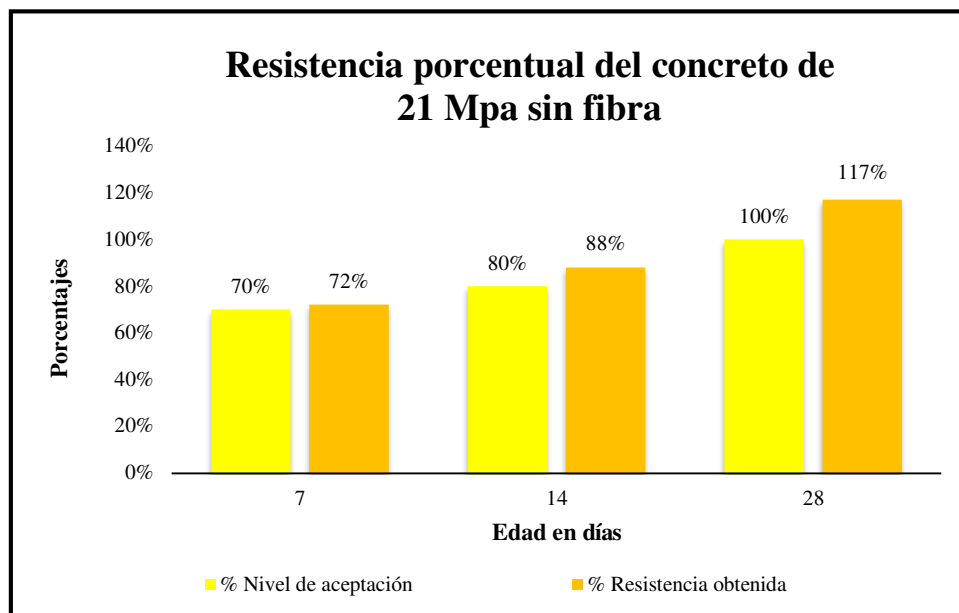


Figura 16. Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros de 21 MPa con 0% de fibra. Fuente: Autores (2021).

6.2.1.1. Comparación de las adiciones 0% kg/m³, 5% kg/m³ y 9% kg/m³ de la fibra

sintética estructural TUF-STRAND SF. La determinación del comportamiento del concreto ante la adición de cargas con los distintos porcentajes se evidencio en los datos obtenidos en cada uno de los ensayos realizado, de igual manera, se comprobó que la falla producido en la rotura de todos los especímenes ensayados con los dos porcentajes de esta fibra ha siendo tipo 3 “fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos más formados” según la NTC 673.

En la tabla 17 están los datos obtenidos en el ensayo de compresión con fibra TUF-STRAND SF con un 5% kg/m³, y 9% kg/m³, de adición, donde se sus resistencias se muestran a continuación:

Tabla 17. Cilindros con el 5% y 9% de porcentaje de fibra sintética estructura TUF-STRAND SF.

Descripción	Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Área (in ²)	Masa (gr)	Densidad (g/cm ³)	Lectura Maquina (Kn)	Resistencia obtenida (Psi)	Resistencia obtenida (MPa)
Fibra 5%	28/08/2020	4/09/2020	7	20,0	10,1	12,42	3910,0	2,440	127,7	2267,0	15,6
	28/08/2020	11/09/2020	14	20,0	10,1	12,42	4035,0	2,518	190,5	3381,9	23,3
	28/08/2020	25/09/2020	28	20,0	10,1	12,42	4010,0	2,502	226,6	4022,7	27,7
Fibra 9%	28/08/2020	4/09/2020	7	20,0	10,1	12,42	3885,0	2,424	102,0	1810,8	12,5
	28/08/2020	11/09/2020	14	20,0	10,1	12,42	3710,0	2,315	124,8	2215,5	15,3
	28/08/2020	25/09/2020	28	20,0	10,0	12,17	3875,0	2,467	158,3	2866,7	19,8

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros normales de concreto mediante la norma I.N.V.E. -140-2013, con porcentaje del 5% y 9% con criterio de aceptación de 3000 Psi o 21 MPa. Fuente: Autores (2021).

✓ Resistencia

En la gráfica mostrada en la Figura 17 están los porcentajes de resistencia fibra obtenidos con respecto a los porcentajes aceptados donde se evidencia que la fibra con el 5% Kg/m³, adicionado a la mezcla de concreto incrementó en un 34% la resistencia porcentual a los 28 días, sin embargo, en la adición de 9% Kg/m³ logró disminuirla en un 4%.

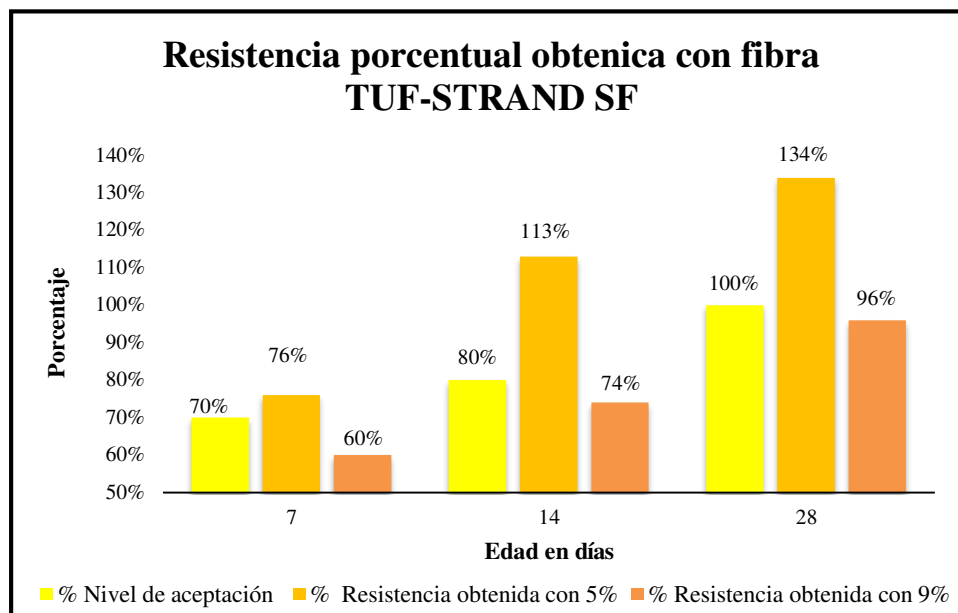


Figura 17. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros con fibra TUF-STRAND SF. Fuente: Autores (2021).

✓ Módulo de elasticidad

Los datos obtenidos a los 28 días de curado en cilindros de 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ de fibra sintética estructural TUF-STRAND SF y Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 se realiza de acuerdo a las NSR-10 título C, en donde establece que es la relación entre esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente.

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c}$$

Tabla 18. Módulo elástico.

% de fibra Kg/m ³	Módulo de elasticidad en MPa	Aumento %	Disminuyó %
0%	23168,66418	0	-
5%	24736,47105	6,77	-
9%	20913,67973	-	9,03

Nota: la tabla muestra el módulo elástico del concreto en cilindros con porcentajes de fibra de sintética estructural TUF-STRAND SF. Fuente: Autores (2021).

En la gráfica mostrada a continuación el módulo elástico del 5% fue el máximo módulo elástico, pero con respecto al 0% la diferencia es menor que con la del 9% el cual presenta una diferencia notable de un 15.8%.

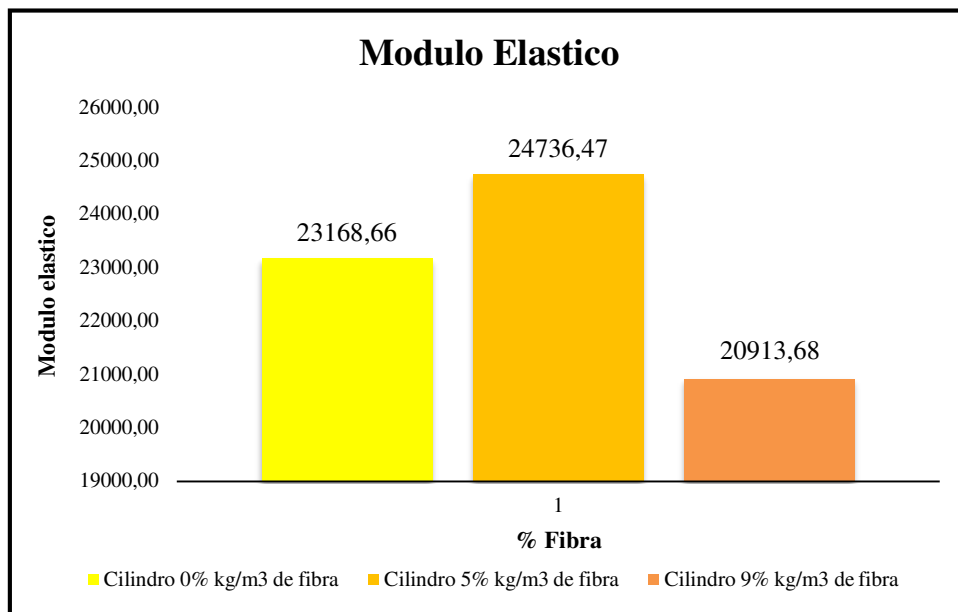


Figura 18. Módulo elástico para concreto con fibra TUF-STRAND SF con 0%, 5% y 9%. Fuente: Autores (2021).

6.2.1.2 Comparación de las adiciones 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ de la Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36. En los cilindros de esta fibra se evidencio mediante el esquema de fracturas típicas mostradas en la NTC 673 que la falla de rotura para estos especímenes es tipo 5 “Fractura de los lados en la parte superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos), por otro lado, las resistencias evidenciadas en los ensayos se encuentran a continuación:

Tabla 19. Cilindros con 5% de porcentaje de Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.

Descripción	Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Área (in ²)	Masa (gr)	Densidad (g/cm ³)	Lectura Maquina (Kn)	Resistencia obtenida (Psi)	Resistencia obtenida (MPa)
Fibra 5%	21/09/2020	28/09/2020	7	20,5	10,2	12,67	3980	2,376	175,8	3060,0	21,1
	21/09/2020	5/10/2020	14	20,3	10,2	12,67	3985	2,402	187,1	3256,7	22,5
	21/09/2020	19/10/2020	28	20,3	10,2	12,67	3885	2,342	203,8	3547,4	24,5
Fibra 9%	22/09/2020	29/09/2020	7	20,5	10,1	12,42	4005	2,438	182,8	3245,2	22,4
	22/09/2020	6/10/2020	14	20,2	10,2	12,67	3965	2,402	257,6	4483,8	30,9
	22/09/2020	20/10/2020	28	20,5	10,0	12,17	4015	2,494	296,3	5365,8	37,0

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros normales de concreto mediante la norma I.N.V.E. -140-2013, con porcentaje de 5% y 9% de Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón con resistencia de diseño de 3000 Psi o 21 MPa. Fuente: Autores (2021).

Consecutivamente en la figura 19 se pudo notar que los porcentajes de resistencia obtenidos a los 28 días de fundición de los respectivos especímenes con adición de fibra en un 5% Kg/m³ evidencio un mínimo aumento de solo 18%, así mismo, al realizar los ensayos de fibra con 9% Kg/m³ adicionado lograron superar los anteriores dando como resultados un 61% con respecto a la fibra de 5% Kg/m³.

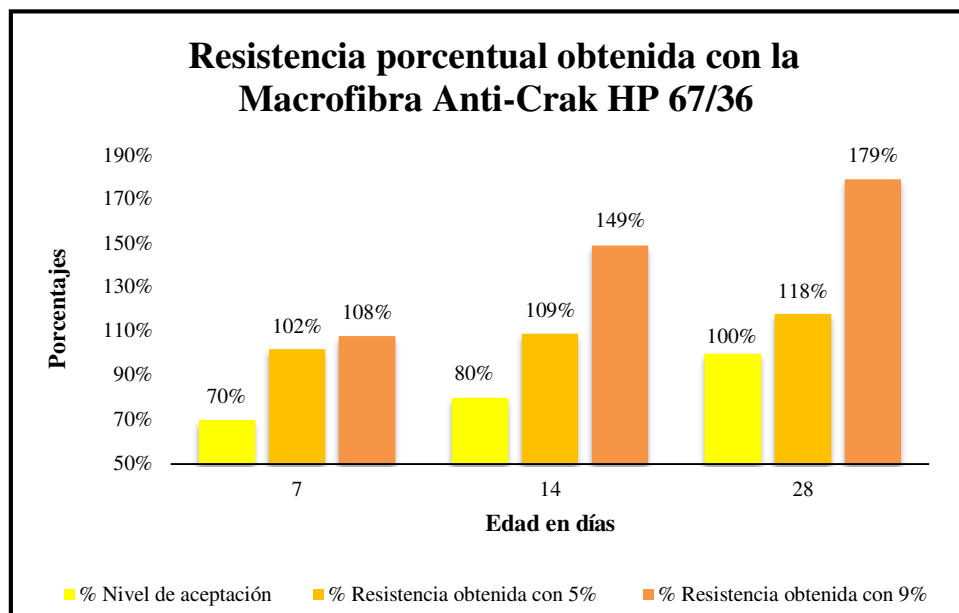


Figura 19. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros con Macro fibra Anti-Crak HP 67/36. Fuente: Autores (2021).

✓ **Módulo de elasticidad**

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión del concreto (f'_c) a los 21 MPa es igual a 21538.10 MPa, hallada mediante la fórmula anteriormente mencionada del módulo elástico se tiene la siguiente tabla 20. Así mismo, en la figura 20 se puede ver la gráfica de módulo elástico en función del porcentaje de fibra de 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ con macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36, apreciándose un incremento en este, por lo tanto, el 9% de adición de fibra tuvo un aumento 23.40% con respecto al cilindro sin fibra y un 22.99% con respecto a la fibra con adición del 5%.

Tabla 20. *Módulo de elasticidad.*

% de fibra Kg/m ³	Módulo de elasticidad en MPa	Aumento %	Disminuyo %
0	23168,66418	0	-
5	23263,8131	0,41	-
9	28588,98389	23,40	-

Nota: la tabla muestra el módulo elástico del concreto en cilindros con porcentajes de la macro fibra Anti-Crak HP 67/36. Fuente: Autores (2021).

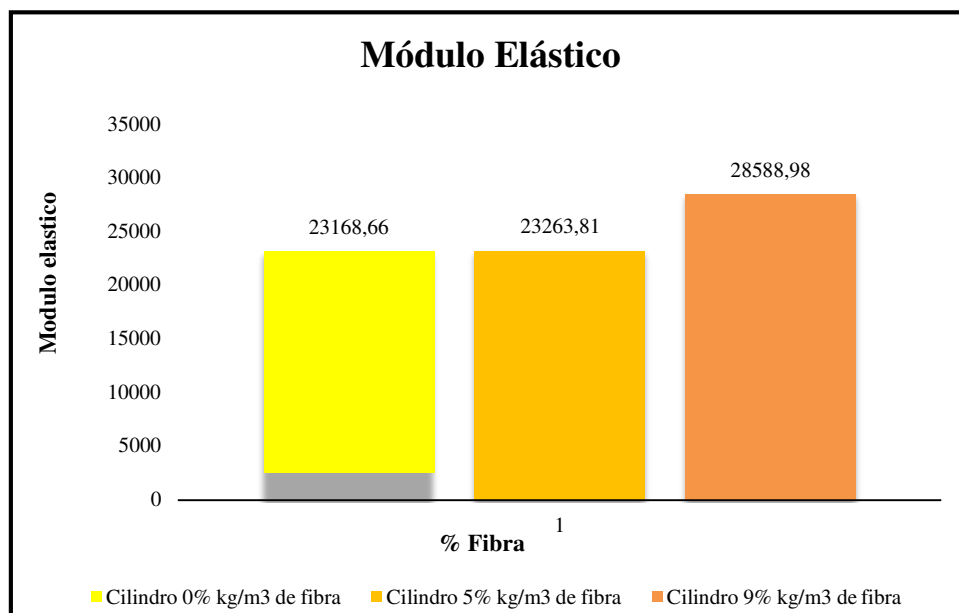


Figura 20. Módulo elástico para concreto con macro fibra Anti-Crak HP 67/36 con 0%, 5% y 9%. Fuente: Autores (2021).

6.2.1.3 Comparación de la Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36 Vs la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF. Al momento de comparar estas dos fibras se evidencia claramente las diferentes resistencias que dio con la adición de los dos porcentajes, dando un resultado notorio, mientras tanto en la tabla 21 evidencia los datos de resistencia de los cilindros a compresión a los 28 días de los porcentajes adicionado en un 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³, como es notorio en la figura 21, se puede observar la gráfica resistencia en función de los porcentajes de fibra, en donde la fibra TUF-STRAND SF se aprecia una variación en los datos dado que a mayor porcentaje reduce la mezcla lo que evidencia una disminución en su

resistencia a la compresión, todo lo contrario, a la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 que mostró una mayor resistencia a la compresión con un 9% Kg/m³ de adición, superando la resistencia diseñada de 21 MPa.

Tabla 21. Resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días.

Porcentajes Kg/m ³	Fibra TUF-STRAND SF	Macro fibra Anti-Crak HP 67/36
5	27,7	24,5
9	19,8	37

Nota: Resistencia de fibra sintética estructural TUF-STRAND SF vs resistencia de la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 en ensayos a compresión a los 28 días. Fuente, Autores (2021).

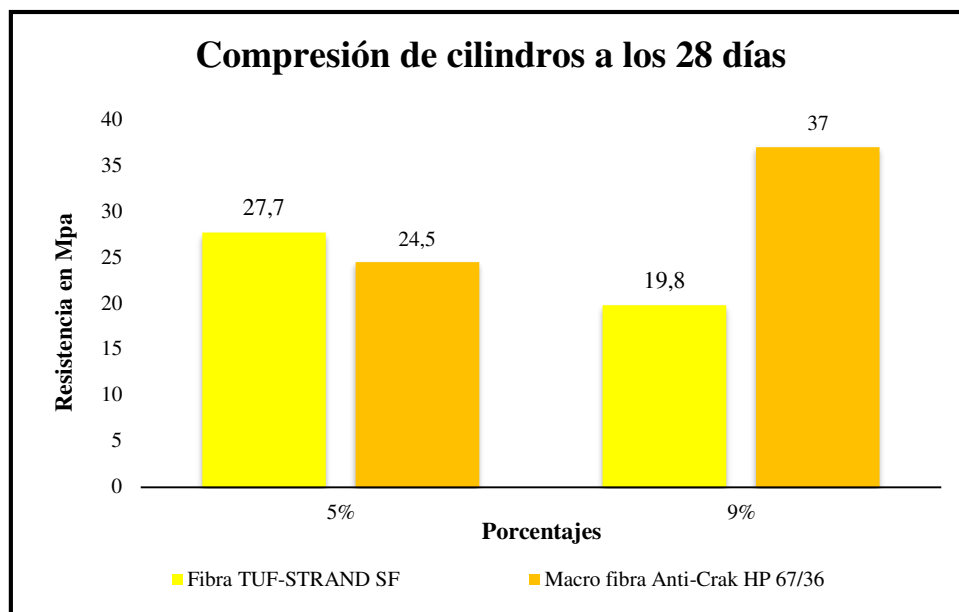


Figura 21. Resistencia a la compresión de cilindros a los 28 días. Fuente: Autores (2021).

6.2.2. Resistencia a la flexión. Una vez obtenida la relación ideal se calcula las dosificaciones correspondientes para las probetas de las vigas y estudiar así su comportamiento al ser ensayada su resistencia a la flexión del concreto, moldeadas en moldes estandarizados donde se elaboraron 8 vigas, 2 por cada porcentaje con la fibra sintética estructural TUF-

STRAND SF y con la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 las cuales se fallaron a los 7 y 28 días.

En la siguiente figura 22, muestra un esquema de una viga rectangular simplemente apoyada con carga en el tercio medio del elemento, utilizados en la prueba de flexión del concreto mediante bloques de soporte que garantice que las fuerzas sean perpendiculares al espécimen ensayada en el laboratorio, así mismo en la figura 23 se aprecia el diagrama de fuerza cortante y momento flector producido en el ensayo mediante la aplicación de una carga continua.

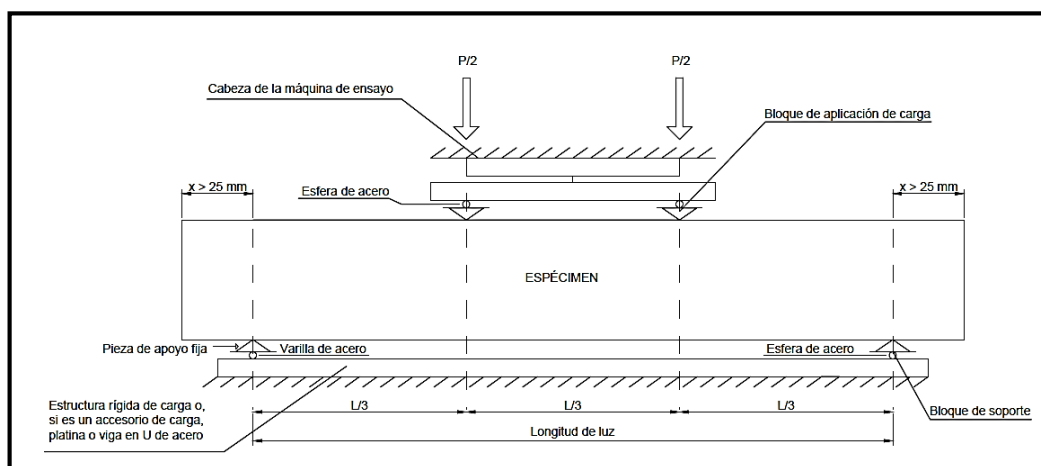


Figura 22. Diagrama de la máquina para prueba de flexión de concreto con carga aplicada en los puntos tercios ASTM C78. Fuente: Norma I.N.V E -414-07.

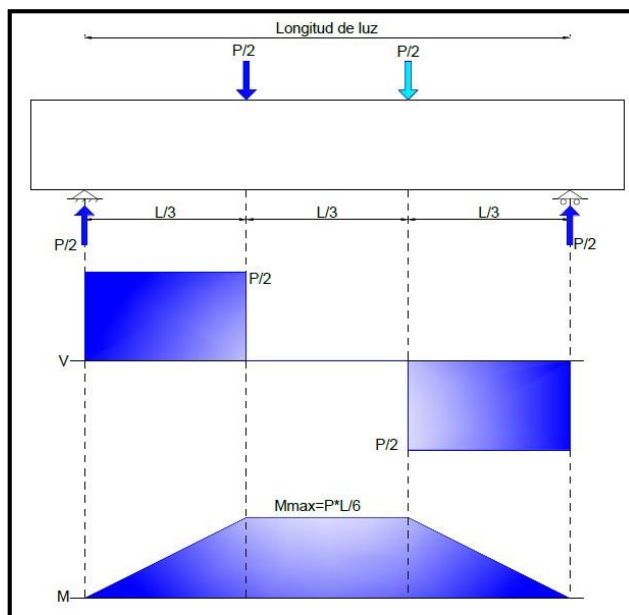


Figura 23. Diagrama de cortante y momento flector. Fuente: Autores (2021).

Determinando el comportamiento que tuvo el concreto en la máquina de ensayo doble rango, donde en la tabla 22 se esbozan los resultados obtenidos en el ensayo a flexión de las vigas, para posteriormente hacer el análisis de los resultados con las vigas con la adición de los porcentajes de fibra, donde en la figura 24 los resultados obtenidos son similares a los aceptados (70%, 80% y 100%) en el diseño superando mínimamente.

Tabla 22. Vigas de concreto de 24.5 MPa con 0 % de porcentaje de fibra.

Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Máxima carga aplicada en (N)	Longitud de la luz (mm)	Distancia (mm)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Módulo de Rotura (MPa)
8/07/2020	15/07/2020	7	25100	470	200	153	156	3,17
8/07/2020	5/08/2020	28	31500	470	200	152	154	4,11

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto empleando la Norma I.N.V.E. 414, con porcentaje del 0% con criterio de aceptación de 3500 Psi o 24.5 MPa. Fuente: Autores (2021).

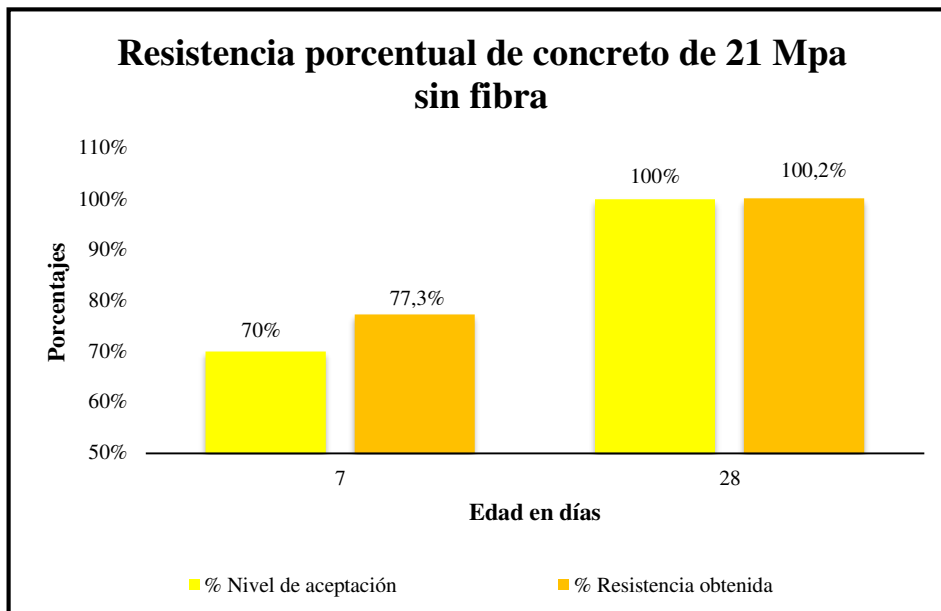


Figura 24. Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en cilindros de 24,5 MPa con 0% de fibra. Fuente: Autores (2021).

6.2.2.1 Comparación de las adiciones 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ de la Fibra sintética estructural TUF-STRAND SF. Teniendo en cuenta los datos tabulados en la tabla 23 de los dos porcentajes de fibra con esta fibra, se tuvo en cuenta la NTC 2871 “Método de ensayo para determinar el esfuerzo a la flexión del concreto” para verificar la fórmula que se tienen dependiendo de la sección donde ocurra la falla. Es así, como en la figura 25 se puede notar un comportamiento uniforme en el aumento de las resistencias en las vigas a los 28 días, pero destacando que los resultados obtenidos con el porcentaje de 5% Kg/m³ posee la resistencia más alta, siguiéndole la del 9% Kg/m³ y por último la de 0% Kg/m³.

Tabla 23. Vigas con el 5% y 9% de porcentaje de fibra sintética estructura TUF-STRAND SF.

Descripción	Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Máxima carga aplicada en (N)	Longitud de la luz (mm)	Distancia (mm)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Módulo de Rotura (MPa)
Fibra 5%	1/09/2020	8/09/2020	7	28250	470	200	152	155	3,64
	1/09/2020	29/09/2020	28	32380	470	200	150	153	4,33
Fibra 9%	2/09/2020	9/09/2020	7	24730	470	200	153	156	3,12
	2/09/2020	30/09/2020	28	32850	470	200	152	154	4,28

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto empleando la Norma I.N.V.E. 414-2013, con porcentaje del 5% y 9% con criterio de aceptación de 3500 Psi o 24.5 MPa. Fuente: Autores (2021).

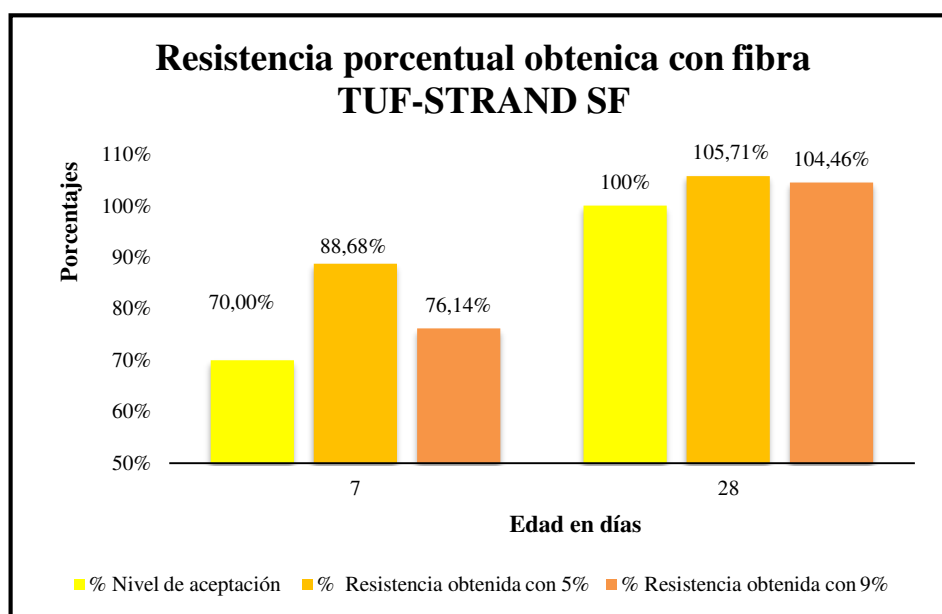


Figura 25. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en vigas con fibra TUF-STRAND SF. Fuente: Autores (2021).

✓ Carga máxima

Como se aprecia en la tabla 24, los valores de carga máxima de las 3 vigas ensayadas a los 28 días con los dos porcentajes de fibra sintética estructural TUF-STRAND SF, arrojó el mayor valor la viga con el 5% Kg/m^3 de adición de fibra, cabe resaltar que no se presentó mucha variación entre las cargas con los otros porcentajes.

Tabla 24. Valores máximos de carga en vigas con Fibra TUF-STRAND SF

% Fibra	Carga Máxima (Kn)
0	31,5
5	32,85
9	32,38

Nota: la tabla muestra los valores máximos de la carga de vigas de %0 Kg/m^3 , 5% Kg/m^3 y 9% Kg/m^3 de fibra sintética estructural TUF-STRAND SF. Fuente: Autores (2021).

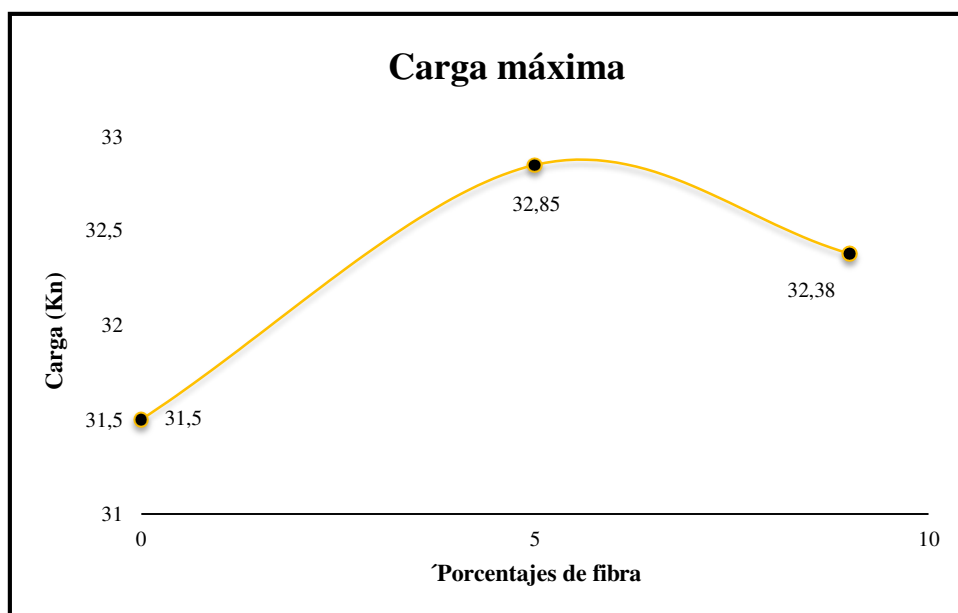


Figura 26. Carga máxima de vigas con fibra sintética estructural TUF-STRAND SF. Fuente: Autores (2021).

6.2.2.2 Comparación de las adiciones 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ de la Macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36. En el análisis comparativo para ensayos de las vigas con carga en los tercios medios según la NTC 2871, detallado en la tabla 25 siendo evidente que la resistencia hallada es directamente proporcional a los porcentajes de fibra, como se puede notar en la figura 27 donde los porcentajes de resistencia con el 9% Kg/m³ de esta fibra logra tener un 16.26% superior con respecto a la resistencia obtenida con el 0% Kg/m³, siendo un porcentaje notable al momento de aplicar fuerza.

Tabla 25. Vigas con 5% de porcentaje de Macro fibra Anti-Crak HP 67/36.

Descripción	Fecha Fundida	Fecha Rotura	Edad (Días)	Máxima carga aplicada en (N)	Longitud de la luz (mm)	Distancia (mm)	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Módulo de Rotura (MPa)
Fibra	23/09/2020	30/09/2020	7	22500	470	200	150	153	3,01
5%	23/09/2020	21/10/2020	28	32140	470	200	154	152	4,25
Fibra	23/09/2020	30/09/2020	7	23900	470	200	152	154	3,12
9%	23/09/2020	21/10/2020	28	34230	470	200	150	150	4,77

Nota: Resultado del ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto empleando la Norma I.N.V.E. 414-2013, con porcentaje de 5% y 9% de Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón con resistencia de diseño de 3500 Psi o 24.5 MPa. Fuente: Autores (2021).

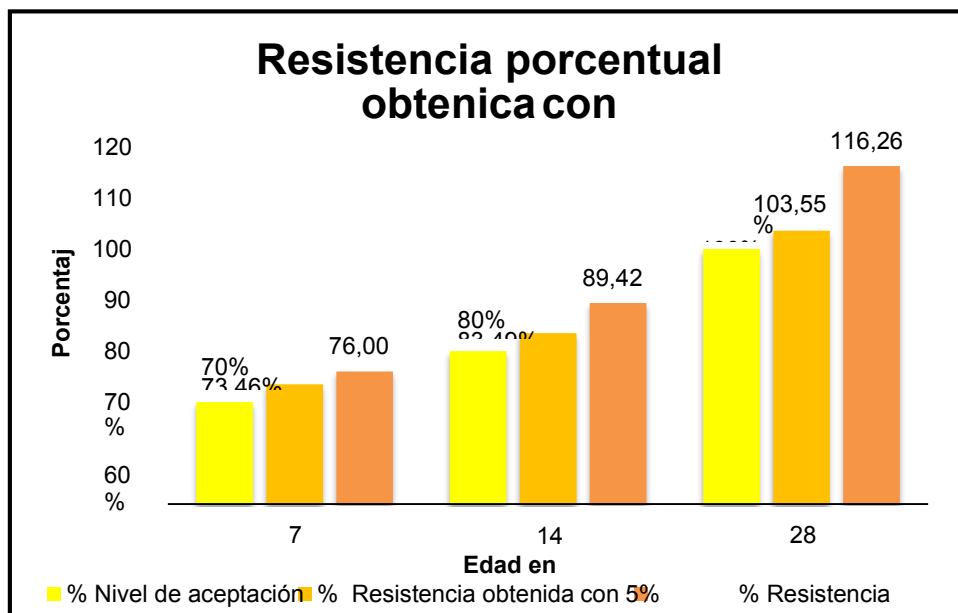


Figura 27. % Resistencia obtenida Vs % Nivel de aceptación en vigas con Macro fibra Anti-Crak HP 67/36. Fuente: Autores (2021).

✓ Carga máxima

Se aprecia un aumento progresivo de la carga en cada ensayo a flexión con adición de fibra de un 0% Kg/m³, 5% Kg/m³ y 9% Kg/m³ de macrofibra Anti-Crak HP 67/36 en las que hubo una mínima diferencia como se muestra en la tabla 26 y gráficamente en la figura 28 se puede observar el comportamiento de las diferentes cargas máximas aplicadas en esta viga, corroborando que con la mayor adición de fibra resistió mayor carga, siendo esta de 2.09 mayor a la de 5% Kg/m³ de fibra y 2.73 a la viga sin fibra.

Tabla 26. Cargas máximas con diferentes porcentajes macro fibra Anti-Crak HP 36/67

% Fibra	Carga Máxima (Kn)
0	31,5
5	32,14
9	34,23

Nota: resumen de cargas máximas con diferentes porcentajes. Fuente: Autores (2021).

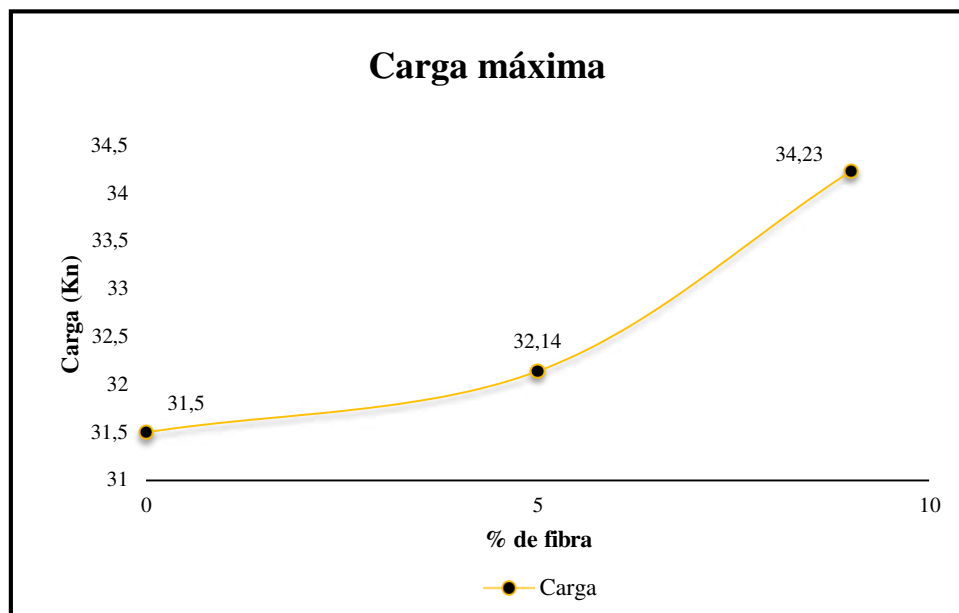


Figura 28. Cargas máximas según adición de macro fibra Anti-Crak HP 36/67. Fuente: Autores (2021).

6.2.2.3 Comparación de la Macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36 Vs la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF. En la tabla 27 se encuentran tabulados los módulos de rotura obtenidos de los dos tipos de fibras con sus respectivos porcentajes con su respectivo módulo de rotura a los 28 días, los cuales evidenciaron durante el ensayo que donde se muestra que la línea de fractura se produjo en el tercio medio de la viga y teniendo como base el módulo de rotura de 4.1 MPa para la resistencia diseñada de 24.5 MPa, partiendo de este dato se notó que la fibra TUF-STRAND SF tiene una mayor resistencia con el 5% Kg/m³ de adición, sin embargo, al analizar los resultados obtenidos con la Macro fibra Anti-Crak HP 67/36 se obtuvo un mejor comportamiento con el 9% Kg/m³.

Tabla 27. Resistencia a los 28 días de elaboración

Porcentajes Kg/m ³	Fibra TUF-STRAND SF	Macro fibra Anti-Crak HP 67/36
5	4,33	4,25
9	4,28	4,77

Fuente: Autores (2021).

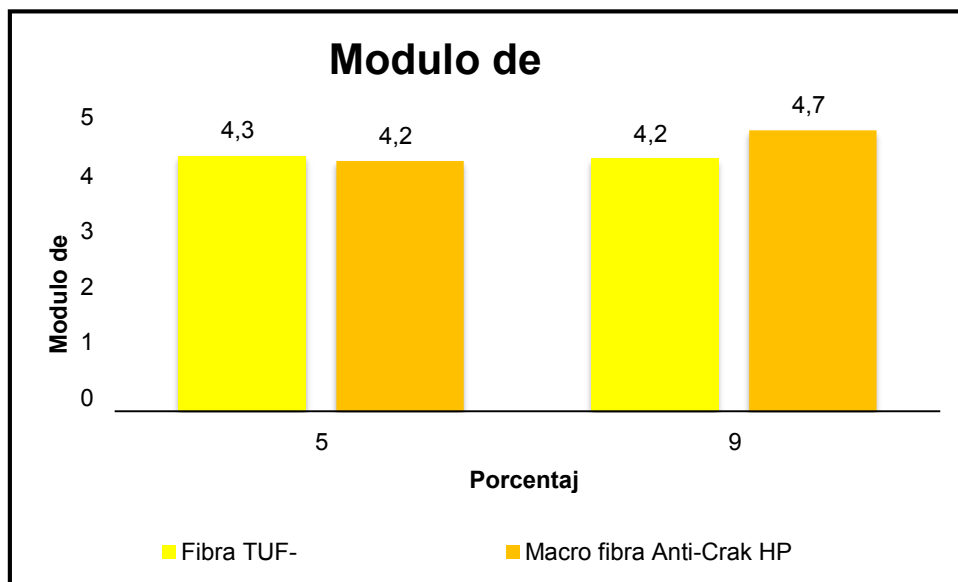


Figura 29. Resistencia a la flexión de vigas. Fuente: Autores (2021).

✓ Análisis de los datos obtenidos en laboratorio

En el análisis de los datos obtenidos en el laboratorio mediante los ensayos realizados para una resistencia a la compresión de 21 MPa y una resistencia a la flexión de 24.5 MPa, de los dos tipos de fibras que se analizaron en los diferentes porcentajes, siendo de aclarar que estas cantidades adicionadas a la mezcla del 5 y 9 kg/m³ respectivamente fueron basados en las dosificaciones previamente suministradas en la ficha técnica de las mismas, los cuales para la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 se evidencia un rango de 1.5 a 5 kg/m³ y uno de 1.8 a 12 kg/m³ para la fibra TUF-STRAND SF.

En cuanto al porcentaje de adición de 5 Kg/m³ la fibra TUF-STRAND SF supera a la Anti-crak HP 67/36 en 13.40% respecto de la resistencia a la compresión y un 1.88% con la resistencia a la flexión, es de mencionar, que este porcentaje en los dos tipos de fibra ayuda a

mejorar el comportamiento del concreto al estar en funcionamiento, trayendo consigo mejor adherencia de los demás materiales, aumentando la resistencia y variando solamente en su estructura molecular interna, mejorando las características desarrolladas anteriormente en este proyecto de investigación.

Simultáneamente con el análisis del 9 Kg/m³ de adición con respecto a los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión con la fibra TUF-STRAND SF se logró reducir esta en un 4%, sin embargo, con la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 registra un aumento del 79% con respecto a los datos arrojados en el ensayo de los especímenes sin fibra, no obstante, detallando los datos en el ensayo a flexión las dos fibras mostraron un incremento, sin embargo, la macro fibra de vidrio logró superar la resistencia en un 11.45% con respecto a la otra fibra ensayada.

6.3. Evaluar y comparar los costos de concreto de 21 MPa frente a dos alternativas, una con acero de refuerzo y otra con fibra de vidrio.

Habiendo determinado según los resultados arrojados en los diferentes ensayos realizados a las diferentes mezclas que se analizaron a lo largo del desarrollo de la investigación, se procedió a realizar para cada muestra escogida a calcular el costo total de realización de 1 m² para cada material, incluyendo lo que son costos directos e indirectos. A continuación, se muestran los valores obtenidos para la construcción de 1 metro cuadrado de losa para cada una de las mezclas analizadas. (Ver tabla 28)

Tabla 28. Presupuestos por 1 m²

Estructura	Concreto reforzado	Fibra TUF-STKAND SF (5%)	Macro fibra Anti-Crak HP 67/36 (9%)
Loseta superior	\$987.799	\$649.302	\$766.972
Viguetas	\$989.904	\$751.735	\$869.405
Costo total	\$1.977.703	\$1.401.037	\$1.636.377

Nota: Presupuesto por metro cuadrado del porcentaje de fibra con el mejor comportamiento. Fuente: Autores (2021).

En detalle se podrá detallar cada uno de los ítems que abarca el proceso constructivo para cada una de las mezclas analizadas con su respectivo Análisis de Precio Unitario (APU) en el apéndice E al final del presente documento. (Ver apéndice E)

✓ **Análisis de presupuesto.**

Haciendo el análisis correspondiente de la tabla anterior, donde se muestra el valor que hace referencia a la construcción de 1 m² de losa, en la cual muestra tres (3) presupuestos, tanto con acero de refuerzo como para los materiales analizados durante la investigación, cabe aclarar que para los de fibra se realizaron con el porcentaje que genera mayor beneficio estructural, esto con el fin de comparar que tan viable económicamente resulta la implementación de estos.

Con base en los casos estudiados, estos no generan ningún tipo de sobrecostos en la construcción de la losa con ninguno de los materiales, por el contrario, va a traer beneficios a los costos que conlleva cualquier proyecto de este tipo, debido a que al momento de reemplazar el acero de refuerzo, que es uno de los materiales principales de cualquier elemento estructural como en el caso de las losas aligeradas por fibras, y siendo este material más económico, además

de no necesitar de un procesamiento o personal especializado para su transporte y/o manejo, reduce los costos directos del proyecto.

Es importante destacar que la mezcla más económica para la construcción de 1m² de losa aligerada es la realizada con un porcentaje de 5 Kg/m³ de Fibra TUF-STRAND SF, con una reducción casi del 30% en comparación con el costo total que abarca la utilización del acero de refuerzo para la construcción del metro cuadrado de losa. No obstante, la mezcla en la cual se utilizó el material de Macro Fibra Anti-Crak HP 67/36 al 9% del volumen total, no resulte siendo muy costosa, pues su valor aproximado está por encima de la otra mezcla en menos de \$200.000 (Doscientos mil pesos colombianos), pero, aunque en esta se obtuvieron buenos resultados en laboratorio, estos se encuentran por debajo de la otra mezcla.

Capítulo 7. Conclusiones

Realizando el diseño de mezcla para los agregados pétreos utilizados en la investigación, se pudo concluir que el comportamiento que tiene la macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36 con respecto a la adición de los porcentajes en la mezcla, esta logra aumentar la resistencia a compresión y flexión, dado que el rango de dosificación suministrado por la ficha técnica es inferior al porcentaje obtenido, puesto que en esta se evidencia que el porcentaje es 5 kg/m^3 para dicha fibra y para la fibra sintética estructural TUF-STRAND SF el rango máximo dado en la ficha técnica es de 12 kg/m^3 sin embargo, se pudo notar que con el mayor porcentaje de adición incorporado a la mezcla esta última presenta una reducción en la resistencia a la compresión y poca variabilidad en la resistencia a flexión .

Basados en los datos arrojados por las pruebas de laboratorios, se logra evidenciar que para una resistencia de 21 MPa las dosificaciones de los porcentajes más acertadas en los dos tipos de fibras se expresan de la siguiente manera; para la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 se obtuvieron mejores resultados con un porcentaje de 9 kg/m^3 el cual supera en un 45% la resistencia a compresión y un 16.63% el modulo elástico con respecto a la fibra TUF-STRAND SF que arrojó mejor resistencia con un porcentaje de 5 kg/m^3 . Así mismo al analizar la resistencia a flexión de 24.5 MPa se puede notar que el esfuerzo a tracción máxima es directamente proporcional al esfuerzo de rotura, donde la fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 con 9 kg/m^3 del volumen total de adición a la mezcla vuelve a resaltar en un 10.55% significativamente del dato hallado con la fibra TUF-STRAND SF con un porcentaje de 5 kg/m^3 con respecto al módulo de rotura, es de mencionar que para el reemplazo del acero por estos

tipos de fibra se presentan algunos inconvenientes, puesto que no se puede realizar un anclaje entre viguetas y vigas, así mismo en la instalación y colocación del acero longitudinal y transversal siendo estos de gran ayuda para que la estructura se mantenga monolítica.

En la evaluación de los costos realizados con la implementación de las fibras, se muestra una disminución en la ejecución del proceso constructivo de la losa aligerada, facilitando el bombeo y extendido de la mezcla, dando como resultado una reducción del 17% para la macro fibra de vidrio Anti-Crak HP 67/36 y un 30% para la fibra TUF-STRAND SF, con respecto a los costos directos por m² del concreto estructural tradicional.

Capítulo 8. Recomendaciones

Se recomienda que para la utilización de cualquier tipo de fibra realicen previamente el estudio de los materiales que se puedan implementar, para generar una mayor confiabilidad a la hora de hacer la mezcla, así mismo, realizar de preferencia la mezcla en una planta de concreto, de no ser posible se tendrán que realizar cálculos adicionales para convertir los datos dados en kilogramos del diseño de mezcla y pasarlos a dosificación en obra. Es de aclarar, que los rangos de las dosificaciones mostrados en las fichas técnicas de las fibras están basados en condiciones ideales.

Es de mencionar que en las fichas técnicas se habla de un reemplazo de la malla electro soldadas y del acero principal, sin embargo, estos no especifican en qué elemento estructural se puede utilizar; aunque se evidencio que el reemplazo del acero en su totalidad no se puede realizar, este mejoró el comportamiento de los elementos analizados llegando a considerar si estas características ayudarían a disminuir la cuantía del acero. Por todo lo anterior y según las investigaciones realizadas este tipo de material (fibra) puede presentar distintos usos, tales como pisos industriales, losa de cimentación para placa taladro, pavimentos y otros elementos constructivos siempre con estudios previos.

Referencias

- Aragon, C. S., & Zapata, J. A. (2013). *“Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto”*. Medellín-Colombia: Universidad EAFIT, departamento de ingeniería Civil,.
- Cementos Tequendama . (2017). *Qué es el cemento y cuál es su composición*. Obtenido de <http://www.cetesa.com.co/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>
- Corral, J. (2004). *“Patología de la construcción, grietas y fisuras en obras de hormigón, origen y prevención”* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>
- Diaz, E. A. (2008). *“Morteros de cemento reforzados con fibra de vidrio”*. Barcelona: Universidad politécnico de Madrid, Escuela Superior de Caminos, Canales y Puertos.
- EHE . (2008). *Recomendaciones para la utilización de Hormigones con Fibras*. Obtenido de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/anejo14borde.pdf
- Holcim. (2020). *Concretos y morteros*. Obtenido de <https://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/concretos-y-morteros>
- Hop, J., & Tatnall, P. C. (2003). *Mitos y Realidades sobre el Concreto Reforzado con Fibra Metálica. México*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/cyt/agosto03/metalicas.htm>
- Icontec. (1997). *Norma Técnica Colombiana 2275. En I. C. Técnicas*. Santafé de Bogotá: ICONTEC.
- Imcyc. (2007). *Concreto dúctil*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistact06/mayo07/TECNOLOGIA2.pdf>
- Item Industrietechnik GmbH. (2020). *Acero de refuerzo*. Obtenido de <https://glossar.item24.com/es/indice-de-glosario/articulo/item//acero-de-refuerzo.html>

- Jiménez, B. J. (2011). *Uso de materiales alternativos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto (fibra de fique)*”. Tesis de grado. Bogotá, Universidad la Gran Colombia, facultad de ingeniería civil. Obtenido de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/1137/CONCRETO_FIBRA_FIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Machuca, S. C. (2018). *Evaluación del reemplazo de acero tradicional por fibras como refuerzo en losas de concreto grado*. Bogota D.C.-Colombia.: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de estudios a Distancias.
- Montalvo, G. M. (2015). *“Pavimentos rígidos con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”* . Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería.
- Muñoz, A. C. (2007). *Comportamiento Mecánico del Hormigón Reforzado con Fibra de Vidrio*”. Tesis de grado. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Construcción Civil. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcim971c/doc/bmfcim971c.pdf>
- Osorio, J. (2011). *Blog 360 grados en Concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/que-es-el-modulo-de-elasticidad-en-el-concreto/>
- Pazos, D. Y. (2015). *“Determinación y evaluación de las patologías de losas aligeradas en el sistema estructural de concreto armado de la posta media los algarrobos-districto Piura-Provincia Piura 2015”* Tesis de grado Universidad Católica Los Ángeles. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1433/PATOLOGIAS_LOS_AS_ALIGERADAS_PAZOS_PINGO_DORITA_YULISSA.pdf?sequence=1

- Ramos, S. H. (2012). *Aplicación de fibras estructurales a los pilotes tipo CPI 8*” tesis de Master, Universidad Politécnica de Catalunya, Ingeniería de estructuras y construcción.
Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15822/Tesis_
- Selltiz, C. (1980). *Métodos de Investigación En las relaciones Sociales*. Madrid. Vélez.
- Sena. (2003). “*Construcción de casas sismo resistentes de uno y dos pisos*” *Guía de estudio losas de entrepiso*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/mipincesa68/losas-de-entrepiso>
- Silva, O. J. (2016). *Sistema pórtico para estructuras en concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/sistema-portico-estructuras-concreto>
- Taurocreto. (2016). *Qué es el concreto reforzado*. Obtenido de <https://www.taurocreto.com/que-es-el-concreto-reforzado/>
- Toxement. (2016). *Aditivos Inhibidores de Corrosión*. Obtenido de http://www.toxement.com.co/media/1605/brochure_muelles_puertos.pdf
- Viteri, C., Bravo, Y., Moreira, S., & Santana, Y. (2018). “*patologías estructurales de las losas de hormigón armado*”. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329828855_PATOLOGIAS_ESTRUCTURALES_DE_LAS_LOSAS_DE_HORMIGON_ARMADO

APÉNDICES

Apéndice A. Certificados de calibración.

Certificado de calibración Máquina de ensayo doble rango. Obtenido de Geocimientos S.A.S

Exactitud y Precisión a su Alcance



INGETEST
METROLOGIA S.A.S.

F-0372

PAG: 1 de 5

Certificado de Calibración
Certificate of Calibration

INSTRUMENTO Apparatus	: MAQUINA DE ENSAYO DOBLE RANGO	
FABRICANTE Manufacturer	: INGETEST	
MODELO Model	: IT-2000	
NUMERO DE SERIE Serial Number	: 20001617	
INDICACIÓN Indication	: DIGITAL	
RANGO DE MEDICIÓN Measurement Range	: 5.00 kN 100.00 kN 100.00 kN 1000.00 kN	
SOLICITANTE Customer	: GEOCIENTOS SAS	
DIRECCIÓN Address	: CALLE 4 No. 28-71 - AGUACHICA CESAR	
FECHA DE CALIBRACIÓN Calibration Date	: 13 de noviembre de 2019	
NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS : Number of pages of this Certificate and Documents Attached		5

Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Ingetest. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Ingetest. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse de uso inadecuado de los instrumentos. *The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsibility for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.*

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriate intervals

Firma Autorizada(s)
Authorized Signature (s)



Laura M. Alarcón
ELABORADO
Elaborate



INGETEST
METROLOGIA S.A.
NIT. 900.867.289-7



Franklin Indaburo M.
REVISADO / AUTORIZADO
Checked / Authorized

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

NUMERO: F-0372

Number

PAG: 2 de 5

RANGO BAJO - FLEXION

FECHA DE CALIBRACIÓN: 13 de noviembre de 2019

Temperatura Ambiente

Inicial	33.2	°C
Final	33.4	°C

Dirección de la carga:		Compresión		Indicación de la máquina:		Digital		Límite inferior de la escala del instrumento de medición		20.0 kN		Resolución (r)		0.01 kN		Resolución relativa de la máquina de ensayo (a) %		al 10% = 0.13		al 20% = 0.06	
CARGA (%)	Indicación del Instrumento Patrón (F) en kN				Reversibilidad F0 F1 F2 Descendente	PROMEDIO L1, L2 Y L3	Indicación del instrumento a calibrar (F)	Errores encontrados %					Accesorios								
	L1	Grar Celda 120° L2	Grar Celda 120° L3	L4				Resolución relativa (a)	Reversibilidad (v)	Repetibilidad (b)	Exactitud (e)										
5	5.02	5.03	5.02			5.02	5.0	0.20			0.20	-0.46									
13	10.05	10.08	10.10			10.08	10.0	0.10			0.50	-0.76									
25	20.08	20.09	20.12			20.10	20.0	0.05			0.20	-0.48									
38	30.10	30.20	30.10			30.13	30.0	0.03			0.33	-0.44									
50	40.10	40.20	40.30			40.20	40.0	0.03			0.50	-0.50									
63	50.30	50.20	50.20			50.23	50.0	0.02			0.20	-0.46									
75	60.20	60.30	60.30			60.27	60.0	0.02			0.17	-0.44									
88	70.10	70.40	70.30			70.27	70.0	0.01			0.43	-0.18									

Indicación Residual de la máquina de ensayo sin carga (F _a):	L1	L2	L3	L4
	-0.18	-0.25	-0.50	

	Cero F ₀	Reversibilidad (v)	Repetibilidad (b)	Exactitud (e)	Accesorios
Máximos errores encontrados (%)	-0.26	No se determino	0.50	-0.76	No se determino
Máximos errores permitido para clase : 1	± 0,1	± 1,5	1.0	± 1,0	1.50
Norma Técnica Colombiana NTC ISO 7500-1 2003-03-26 Numeral:	6.4.5	6.4.8	6.5.2	6.5.1	6.4.6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration

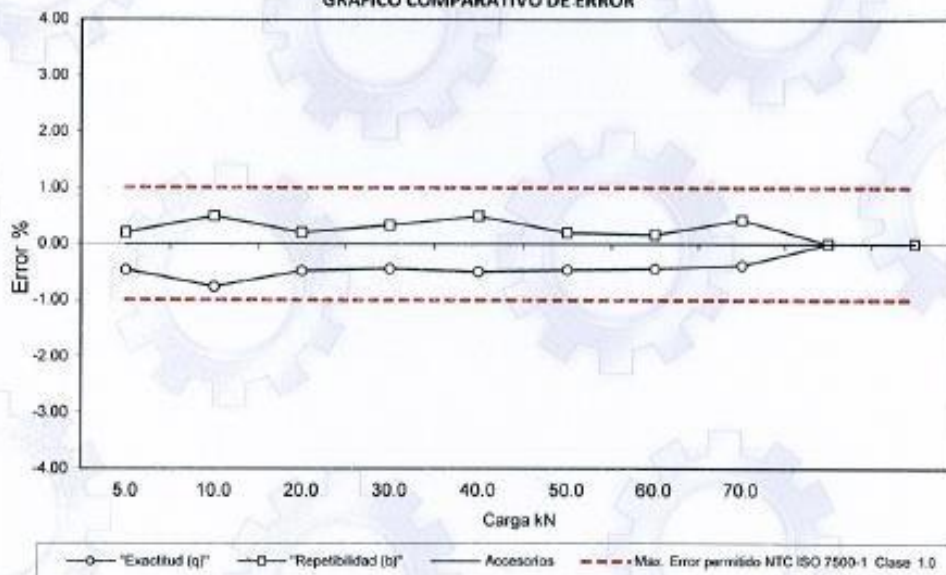
NUMERO: **F-0372**
Number:

RANGO BAJO - FLEXION

PAG: 4 de 5

FECHA DE CALIBRACIÓN: 13 de noviembre de 2019

GRAFICO COMPARATIVO DE ERROR



ACORDE A LOS ERRORES RELATIVOS MAXIMOS PRESENTADOS Y SEGUN LAS PRESCRIPCIONES DE LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 7500-1, LA MAQUINA DE ENSAYO CALIBRADA SE CLASIFICA COMO:

CLASE 1 DEL 10 % HASTA EL 100 % DE SU CAPACIDAD MAXIMA

TRAZABILIDAD :

EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE INGETEST, ASEGURA EL MANTENIMIENTO DE LA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES DE TRABAJO UTILIZADOS EN LAS MEDICIONES.

EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE INGETEST, CUSTODIA Y MANTIENE ESTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CERTIFICADOS POR CENAM, ACORDE A LO ESTABLECIDO EN LA NORMA EUROPEA EN-10.002-3.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration

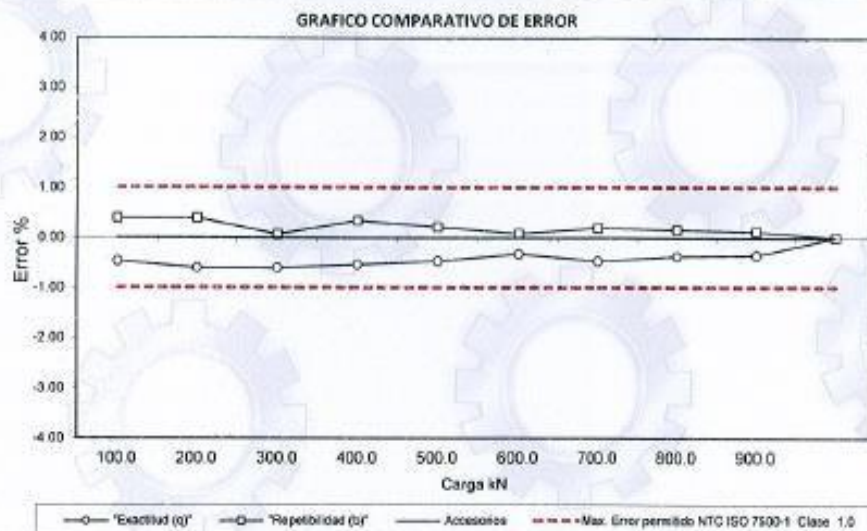
NUMERO: **F-0372**

Number:

RANGO ALTO - COMPRESION

PAG: 5 de 5

FECHA DE CALIBRACION: 13 de noviembre de 2019



ACORDE A LOS ERRORES RELATIVOS MAXIMOS PRESENTADOS Y SEGUN LAS PRESCRIPCIONES DE LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 7500-1, LA MAQUINA DE ENSAYO CALIBRADA SE CLASIFICA COMO:

CLASE 1 DEL 10% HASTA EL 100 N DE SU CAPACIDAD MAXIMA

TRAZABILIDAD:

EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE INGETEST, ASEGURA EL MANTENIMIENTO DE LA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES DE TRABAJO UTILIZADOS EN LAS MEDICIONES.

EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE INGETEST, CUSTODIA Y MANTIENE ESTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CERTIFICADOS POR CENAM, ACORDE A LO ESTABLECIDO EN LA NORMA EUROPEA EN-10.002.3.

Equipos utilizados en la calibración

Equipo	Fabricante	Modelo	Serie	Capacidad	Seller Calibración
Celda de carga	LEXUS	DSX-MA-BN100i	C8059983	1200 kN	5344
Modulo Digital	CONDEC	UMC222	B-28372	4,00000 mV/V	5344

OBSERVACIONES:

- 1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello: **F-0372**
- 2.- La próxima calibración deberá efectuarse dependiendo del standard de mantenimiento, su frecuencia de uso y el tipo de material ensayado y deberá efectuarse en intervalos inferiores a 12 meses.
- 3.- La máquina de ensayos deberá ser calibrada inmediatamente despues de cualquier reparación ya que la sustitución de elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan la operación del sistema de medida.
- 4.- Si la máquina de ensayos es reubicada, se deberá repetir la calibración. Igualmente, cuando exista razón de duda con respecto a la exactitud de la carga, independientemente del tiempo transcurrido desde la última calibración.
- 5.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dados en la calibración. **INGETEST no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.**

Certificado de calibración Balanza digital (20 g - 20000 g). Obtenido de Geocimientos S.A.S

 <p>INGETEST METROLOGIA S.A.S.</p>		<p><i>Exactitud y Precisión a su Alcance</i></p>	
<p>Certificado de Calibración No. M-0401</p>			
		<p>Página: 1 de 1</p>	
<p>INSTRUMENTO: <i>Instrument</i></p>		<p>FECHA DE CALIBRACIÓN: <i>Date of calibration</i></p>	
<p>FABRICANTE: <i>Manufacturer</i></p>		<p>13 de noviembre de 2019</p>	
<p>MODELO: <i>Model</i></p>		<p>BALANZA DIGITAL</p>	
<p>NÚMERO DE SERIE: <i>Serial number</i></p>		<p>OHAUS</p>	
<p>RANGO MEDICIÓN: <i>Measurement Range</i></p>		<p>DEFENDER 3000 - T31</p>	
<p>SOLICITANTE: <i>Customer</i></p>		<p>B452427414</p>	
<p>DIRECCIÓN: <i>Address</i></p>		<p>20 g 20000 g</p>	
<p>CIUDAD: <i>City</i></p>		<p>GEOCIMENTOS SAS</p>	
<p>NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: <i>Number of pages and Documents attached</i></p>		<p>CALLE 4 No. 28-71</p>	
		<p>AGUACHICA CESAR</p>	
		<p>4</p>	
<p><small>Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Ingetest Ltda. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.</small></p>			
<p><small>This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Ingetest Ltda. Calibration certificates without signature and seal are not valid.</small></p>			
<p><small>Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.</small></p>			
<p><small>The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsibility for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.</small></p>			
<p><small>El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.</small></p>			
<p><small>The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriate intervals.</small></p>			
<p>FIRMA(S) AUTORIZADA(S) AUTHORIZED SIGNATURE(S)</p>			
<p>Laura M. Alarcon R. ELABORADO</p>			
		<p>FRANKLIN INDABURO M. REVISADO / AUTORIZADO</p>	

CERTIFICADO DE CALIBRACION No. M-0401

Fecha de calibración: 13-nov-19

Página: 2 de 4

Norma Técnica N°: Secundaria	Norma Técnica Colombiana NTC 2031 - Primera actualización 2002-11-22
Identificación individual del equipo de medición:	Laboratorio
Location	

1. Clase, rangos de verificación y máximos errores permisibles

Clase de Exactitud	III	Media	Máximo Error Permisible	División de verificación de la escala (e):	10 g
Rangos de Verificación		g	g	Valor de división real de la escala (d):	1 g
0.0		2500.0	10	Número de divisiones de verificación (n):	2000
2500.0		10000.0	20	Capacidad Máxima (Máx.):	20000 g
10000.0		20000.0	30	Capacidad Mínima (Mín):	20 g
				Unidades de masa en la indicación:	g
				Indicación:	Digital

2. Prueba de exactitud (NTC 2031 Numeral A.4.4.1)

2.1 Ascendente

Carga	Indicación	Aumento	Error
500.00	500.00	0.600	-0.100
1000.00	1000.00	0.600	-0.100
1500.00	1500.00	0.600	-0.100
2000.00	2000.00	0.600	-0.100
2500.00	2500.00	0.600	-0.100
3000.00	3000.00	0.600	-0.100
5000.00	5000.00	0.600	-0.100
7000.00	7000.00	0.600	-0.100
8000.00	8000.00	0.600	-0.100
10000.00	10000.00	0.600	-0.100
12000.00	12000.00	0.600	-0.100
15000.00	15001.00	0.600	0.900
17000.00	17001.00	0.600	0.900
18000.00	18001.00	0.600	0.900
20000.00	20001.00	0.600	0.900
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

2.2 Descendente

Carga	Indicación	Aumento	Error
20000.00	20001.00	0.600	0.900
18000.00	18001.00	0.600	0.900
17000.00	17001.00	0.600	0.900
15000.00	15001.00	0.600	0.900
12000.00	12001.00	0.600	0.900
10000.00	10000.00	0.600	-0.100
8000.00	8000.00	0.600	-0.100
7000.00	7000.00	0.600	-0.100
5000.00	5000.00	0.600	-0.100
3000.00	3000.00	0.600	-0.100
2500.00	2500.00	0.600	-0.100
2000.00	2000.00	0.600	-0.100
1500.00	1500.00	0.600	-0.100
1000.00	1000.00	0.600	-0.100
500.00	500.00	0.600	-0.100
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

CERTIFICADO DE CALIBRACION No. M-0401
Fecha de calibración: 13-nov-19

Página 3 de 4

2. Repetibilidad

No.	Escala Baja		6000	Escala Media		10000	Escala Alta		20000.00	
	Indicación	Aumento	Error	Indicación	Aumento	Error	Indicación	Aumento	Error	
1	5000.000	0.600	-0.100	10000.000	0.600	-0.100	20001.000	0.600	0.900	
2	5000.000	-0.600	-0.100	10000.000	0.600	-0.100	20001.000	0.600	0.900	
3	5000.000	0.600	-0.100	10000.000	0.600	-0.100	20001.000	0.600	0.900	
4	5000.000	0.600	-0.100	10000.000	0.600	-0.100	20001.000	0.600	0.900	
5	5000.000	0.600	-0.100	10000.000	0.600	-0.100	20001.000	0.600	0.900	
6	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	6.5	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	7.5	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	8.5	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	9.5	-	-	-	-	-	-	-	
[E max - E min] \leq 0.5 e			0.00	[E max - E min] \leq 0.5 e			0.00	[E max - E min] \leq 0.5 e		

3. Discriminación

Carga	5000.00	10000.00	20000.00
Indicación	5000.00	15001.00	20001.00
Aumento	0.6	0.6	0.6
Indicación	5000.6	15001.6	20001.6

4. Excentricidad de carga

Lado	Indicación	Aumento	Error
1	7000	0.6	-0.10
2	7000	0.6	-0.60
3	7000	0.6	-0.60
4	7000	0.6	-0.60
5	7000	0.6	-0.60
1	7000	0.6	-0.60

Carga < 1/3 cap. Max

7000

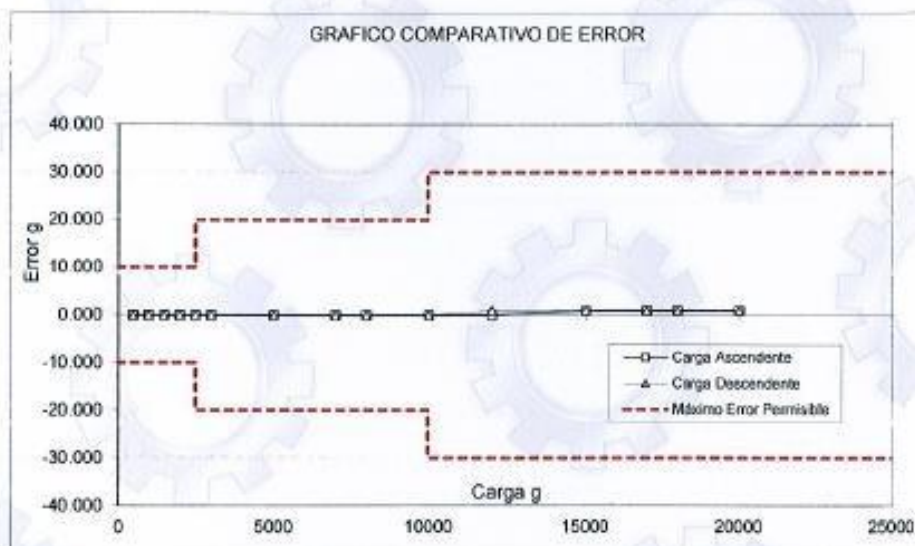

5. Constancia del punto cero

Hora	Tiempo	Carga	Indicación	Aumento	Error
11:30:00	-	20000.000	20000.000	0.600	-0.100
12:20:00	00:50:00	0	0		0

CERTIFICADO DE CALIBRACION No. M-0401

Fecha de calibración: 13-nov-19

Página: 4 de 4

**6. Clasificación**

Determinados los errores para las pruebas realizadas el instrumento de medición se clasifica como:

Clase III exactitud Media de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 2031

7. Trazabilidad

Ingetest Ltda. Garantiza la trazabilidad de los instrumentos de medición utilizados en la calibración, calibrando los patrones de trabajo a intervalos apropiados de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC - ISO-IEC 17025

Equipos utilizados durante la calibración

Fabricante	Clase	Capacidad	Serie	Modelo	No. Certificado
LEXUS	M1	1 g - 2 kg	1148	Cilíndricas	IM-OF19160-LM-172-16
LEXUS	M1	1Kg - 5Kg	4222	Cilíndricas	ALM-246-14
DETECTO	M1	10Kg	01	Bloque	ALM-247-14

Observaciones: _____

Certificado de calibración de balanza digital (2 g - 400 g). Obtenido de Geocimientos S.A.S

 <p>INGETEST METROLOGIA S.A.S.</p>		<p><i>Exactitud y Precisión a su Alcance</i></p>	
<p>Certificado de Calibración No. M-0396</p>			
		<p>Página: 1 de 4</p>	
		<p>FECHA DE CALIBRACIÓN: Date of calibration</p>	
		<p>13 de noviembre de 2019</p>	
INSTRUMENTO: <i>Instrument</i>	BALANZA DIGITAL		
FABRICANTE: <i>Manufacturer</i>	OHAUS		
MODELO: <i>Model</i>	SCOUT PRO SPJ402		
NÚMERO DE SERIE: <i>Serial number</i>	7131141023		
RANGO MEDICIÓN: <i>Measurement Range</i>	2 g 400 g		
SOLICITANTE: <i>Customer</i>	GEOCIMENTOS SAS		
DIRECCIÓN: <i>Address</i>	CALLE 4 No. 28-71		
CIUDAD: <i>City</i>	AGUACHICA		
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: <i>Number of pages and Documents attached</i>	4		
<p>Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Ingetest. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.</p> <p><i>This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Ingetest. Calibration certificates without signature and seal are not valid.</i></p>			
<p>Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.</p> <p><i>The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsibility for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.</i></p>			
<p>El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p><i>The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriate intervals.</i></p>			
<p>FIRMA(S) AUTORIZADA(S) AUTHORIZED SIGNATURE(S)</p> 	 <p>INGETEST METROLOGIA S.A.S. NIT. 900.067.289-7</p>		
<p>LAURA M. ALARCÓN R. ELABORADO <i>Elaborate</i></p>			<p>FRANKLIN INDABURO M. REVISADO / AUTORIZADO <i>Checked / Authorized</i></p>

Certificado de Calibración No. *M-0396*

Fecha de calibración: 13-nov-19

Página: 2 de 4

Norma Técnica N°: Standard	Norma Técnica Colombiana NTC 2031 - Primera actualización 2002-11-22
Emplazamiento Habitual del equipo de medición: Location	Laboratorio

1. Clase, rangos de verificación y máximos errores permisibles

Clase de Exactitud	III	Media	Máximo Error Permissible	División de verificación de la escala (e):	0.1 g
Rangos de Verificación		g	g	Valor de división real de la escala (d):	0.01 g
0.0		50.0	0.1	Número de divisiones de verificación (n):	4000
50.0		200.0	0.2	Capacidad Máxima (Máx.):	400 g
200.0		400.0	0.3	Capacidad Mínima (Min):	2.00 g
Unidades de masa en la indicación:					g
Indicación:					Digital

2. Prueba de exactitud (NTC 2031 Numeral A.4.4.1)

2.1 Ascendente

Carga	Indicación	Aumento	Error
10.00	10.00	0.020	-0.015
20.00	20.00	0.020	-0.015
30.00	30.00	0.020	-0.015
40.00	40.00	0.020	-0.015
50.00	50.00	0.020	-0.015
60.00	60.00	0.020	-0.015
80.00	80.01	0.020	-0.005
100.00	100.01	0.020	-0.005
110.00	110.01	0.020	-0.005
120.00	120.01	0.020	-0.005
150.00	150.01	0.020	-0.005
200.00	200.03	0.020	0.015
220.00	220.03	0.020	0.015
250.00	250.03	0.020	0.015
300.00	300.05	0.020	0.035
350.00	350.05	0.020	0.035
400.00	400.05	0.020	0.035

2.2 Descendente

Carga	Indicación	Aumento	Error
400.00	400.04	0.020	0.025
350.00	350.04	0.020	0.025
300.00	300.04	0.020	0.025
250.00	250.04	0.020	0.025
220.00	220.04	0.020	0.025
200.00	200.04	0.020	0.025
150.00	150.01	0.020	-0.005
120.00	120.01	0.020	-0.005
110.00	110.01	0.020	-0.005
100.00	100.01	0.020	-0.005
80.00	80.01	0.020	-0.005
60.00	60.01	0.020	-0.005
50.00	50.01	0.020	-0.005
40.00	40.01	0.020	-0.005
30.00	30.00	0.020	-0.015
20.00	20.00	0.020	-0.015
10.00	10.00	0.020	-0.015

Certificado de Calibración No. M-0396

Fecha de calibración: 13-nov-19

Página: 3 de 4

2. Repetibilidad

No.	Escala Baja			Escala Media			Escala Alta			
	Indicación	Aumento	Error	Indicación	Aumento	Error	Indicación	Aumento	Error	
1	50.000	0.020	-0.015	200.000	0.020	-0.015	400.000	0.020	-0.015	
2	50.000	0.020	-0.015	200.000	0.020	-0.015	400.000	0.020	-0.015	
3	50.000	0.020	-0.015	200.000	0.020	-0.015	400.000	0.020	-0.015	
4	50.000	0.020	-0.015	200.000	0.020	-0.015	400.000	0.020	-0.015	
5	50.000	0.020	-0.015	200.000	0.020	-0.015	400.000	0.020	-0.015	
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
[E max - E min] \leq 0.5 e			0.00	[E max - E min] \leq 0.5 e			0.00	[E max - E min] \leq 0.5 e		

3. Discriminación

Carga	50.00	200.00	400.00
Indicación	20.00	100.00	400.00
Aumento	0.02	0.02	0.02
Indicación	20.02	100.0	400.02

4. Excentricidad de carga

Lado	Indicación	Aumento	Error
1	200.01	0.02	-0.01
2	200.01	0.02	-0.01
3	200.01	0.02	-0.01
4	200.01	0.02	-0.01
5	200.01	0.02	-0.01
1	200.01	0.02	-0.01

Carga = 1/3 cap. Max
200

5
4 1 2
3

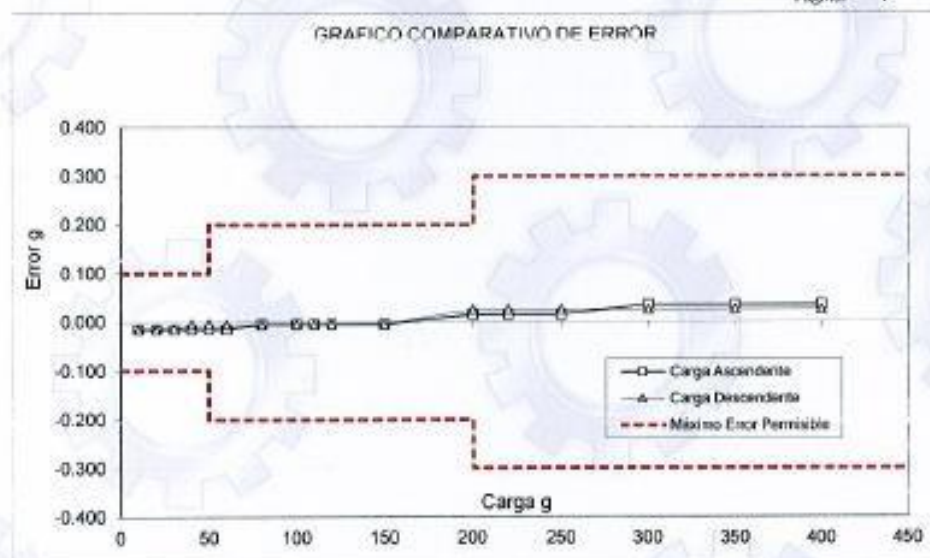
5. Constancia del punto cero

Hora	Tiempo	Carga	Indicación	Aumento	Error
09:30:00	-	400.000	400.000	0.008	-0.003
09:40:00	00:10:00	0	0		0

Certificado de Calibración No. M-0396

Fecha de calibración: 13-nov-19

Página: 4 de 4



6. Clasificación

Determinados los errores para las pruebas realizadas el Instrumento de medición se clasifica como:

Caso III exactitud Media de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 2031

7. Trazabilidad

Ingetest Ltda. Garantiza la trazabilidad de los instrumentos de medición utilizados en la calibración, calibrando los patrones de trabajo a intervalos apropiados de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC - ISO-IEC 17025


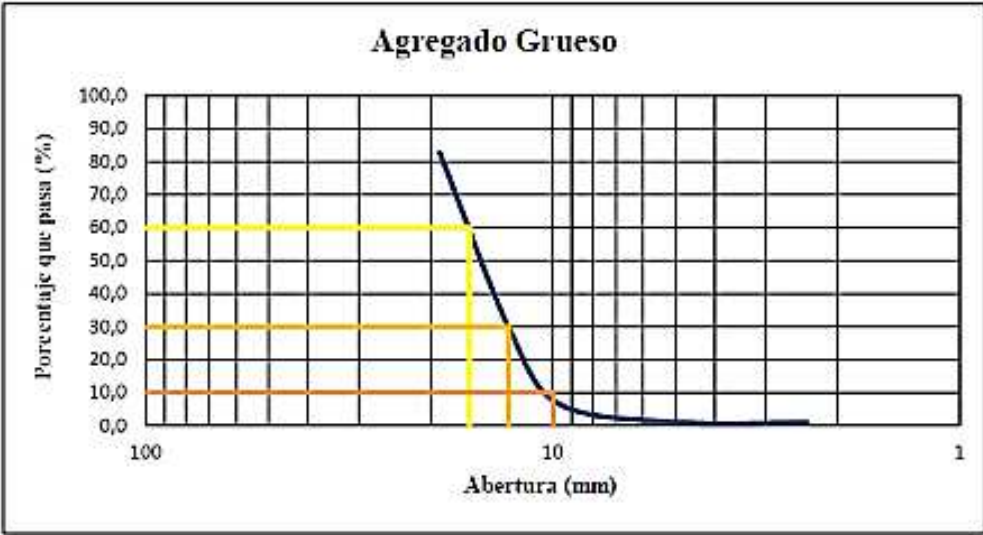
Equipos utilizados durante la calibración

Fabricante	Clase	Capacidad	Serie	Modelo	No. Certificado
LEXUS	M1	1 g - 2 kg	1148	Cilíndricas	IM-OF19160-LM-172-16


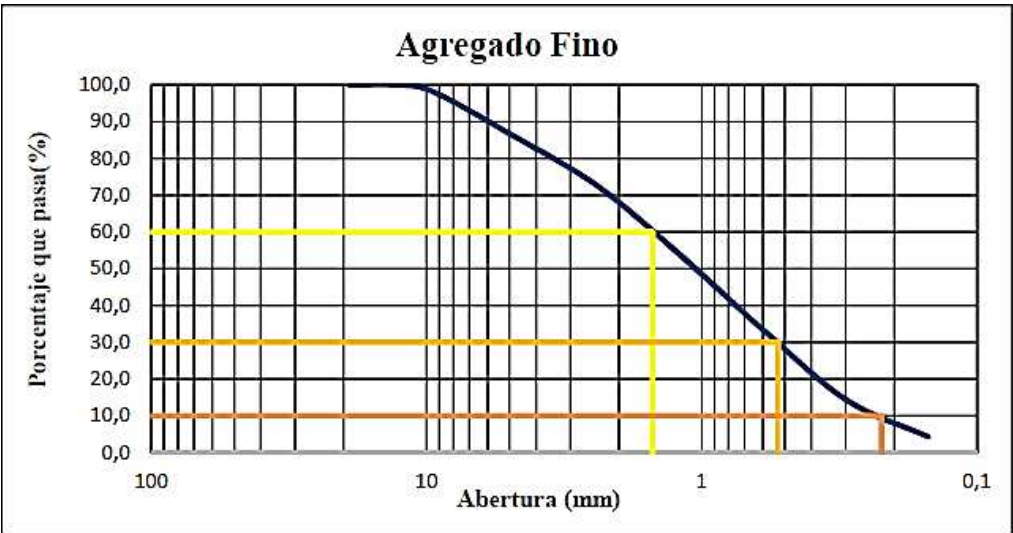
Observaciones: _____

Apéndice B. Diseño de mezcla de concreto hidráulico.

Gradación del agregado grueso. Fuente: Autores (2021).

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA					GEOCIMENTOS S.A.S Estudios-Diseño-Consultoría Laboratorio de Suelos y Pavimentos	
Fecha:	Agosto del 2020		Muestra:	Agregado grueso		
Norma:	NTC 77 Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos					
Peso de la muestra (gr)	2921,9					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% pasa	
3/4"	19	500	17,1	17,1	82,9	
1/2"	12,7	1593,7	54,5	71,7	28,3	
3/8"	9,51	648,5	22,2	93,8	6,2	
No. 4	4,75	151,6	5,2	99,0	1,0	
No. 8	2,38	0,6	0,0	99,1	0,9	
Fondo	0	27,5	0,9	100	0,0	
Total		2921,9			100	
						
Tamaño Máximo	1"	D60	16,05			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	D30	12,86			
% Grava	17,1	D10	10,00			
% Arena	82,9	Cu	1,6			
% Fino	0,0	Cg	1,03			

Gradación del agregado fino. Fuentes: Autores (2021).

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				GEOCIMENTOS S.A.S Estudios-Diseno-Consultoria Laboratorio de Suelos y Pavimentos	
Fecha:	Agosto 2020	Muestra:	Agregado fino		
Norma:	NTC 77 Métodos para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos				
Peso de la muestra	2180,2				
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% retenido acumulado	% pasa
3/4"	19	0	0	0	100,0
1/2"	12,7	0	0	0	100,0
3/8"	9,51	37,6	1,7	1,7	98,3
No. 4	4,75	268,8	12,4	14,1	85,9
No. 8	2,38	291,1	13,4	27,6	72,4
No. 16	1,19	408,4	18,9	46,4	53,6
No. 30	0,6	435,8	20,1	66,6	33,4
No. 50	0,297	416	19,2	85,8	14,2
No. 100	0,15	216,5	10,0	95,8	4,2
Fondo	0	91,7	4,2	100,0	0,0
Total		2165,9			
					
Módulo de Finura	3,4	D60	1,51		
% Grava	14,15	D30	0,53		
% Arena	85,85	D10	0,22		
% Fino	0,0	Cu	6,78		
		Cg	0,83		

Densidad y absorción del Agregado grueso. Autores (2021).

**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**



GEOCIMENTOS S.A.S
Estudios-Diseño-Consultoría
Laboratorio de Suelos y
Pavimentos

Fecha: Agosto 2020 **Muestra:** Agregado grueso
Norma: NTC 176 Métodos para determinar la densidad y absorción del agregado grueso.

PRUEBAS No.	1	2	PROMEDIOS
Peso en el aire muestra seca, A (g)	1136,3	1121,3	1128,80
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, B (g)	1156,6	1141,6	1149,10
Peso sumergido de la muestra saturada superficialmente seca, C (g)	730,8	727,3	729,05
B-C	425,8	414,3	420,05
A-C	405,5	394	399,75
B-A	20,3	20,3	20,30
Peso específico BULK (g/cm ³)	2,669	2,706	2,69
Peso específico BULK SSS (g/cm ³)	2,716	2,755	2,74
Peso específico APARENTE (g/cm ³)	2,802	2,846	2,82
Absorción (%)	1,79	1,81	1,80

Densidad y absorción del agregado fino. Fuente: Autores (2021).

**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**



GEOCIMENTOS S.A.S
Estudios-Diseño-Consultoría
Laboratorio de Suelos y
Pavimentos

Fecha: Agosto 2020 **Muestra:** Agregado fino
Norma: NTC 237 Métodos para determinar la densidad y absorción del agregado fino

PRUEBAS No.	1	2	PROMEDIOS
Peso en el aire muestra seca (A), GMS	488,4	490,2	489,30
Volumen del pignómetro (V), ML	500	500	500,00
Peso o volumen de agua para llenar el pignómetro con la muestra	307,1	308,2	307,65
V - W	192,9	191,8	192,35
500 - A	11,6	9,8	10,70
(V-W) - (500-A)	181,3	182	181,65
Peso específico, BULK = (A) / (V-W)	2,53	2,56	2,55
Peso específico BULK SSS = (500) / (V-W)	2,59	2,61	2,60
Peso específico APARENTE = (A) / ((V-W)-(500-A))	2,69	2,69	2,69
Absorción (%) = (500-A) / (A)*100	2,38	2	2,19

500: Peso de la muestra saturada, superficialmente seca

Masa unitaria agregado grueso. Fuente: Autores (2021).

**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN
LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA
EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA**



GEOCIMENTOS S.A.S
Estudios-Diseño-Consultoría
Laboratorio de Suelos y
Pavimentos

Fecha: Agosto 2020

Muestra: Agregado Grueso

Norma: NTC 92 Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

MASA UNITARIA SUELTA

PRUEBA No.	1	2	3
Peso del material (g)	7924	7928	7920
Volumen (cm ³)	4976,9	4976,9	4976,9
Masa unitaria	1,592	1,593	1,591
Masa Unitaria Promedio	1,592 g/cm³		

MASA UNITARIA COMPACTADA

PRUEBA No.	1	2	3
Peso del material (g)	8065	8465	8485
Volumen (cm ³)	4976,9	4976,9	4976,9
Masa unitaria	1,620	1,701	1,707
Masa Unitaria Promedio	1,676 g/cm³		

Masa unitaria agregado fino. Fuente: Autores (2021).

**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN
LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN
ZONA SÍSMICA INTERMEDIA**



GEOCIMENTOS S.A.S
Estudios-Diseño-Consultoría
Laboratorio de Suelos y
Pavimentos

Fecha: Agosto 2020

Muestra: Agregado Fino

Norma: NTC 92 Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados

MASA UNITARIA SUELTA

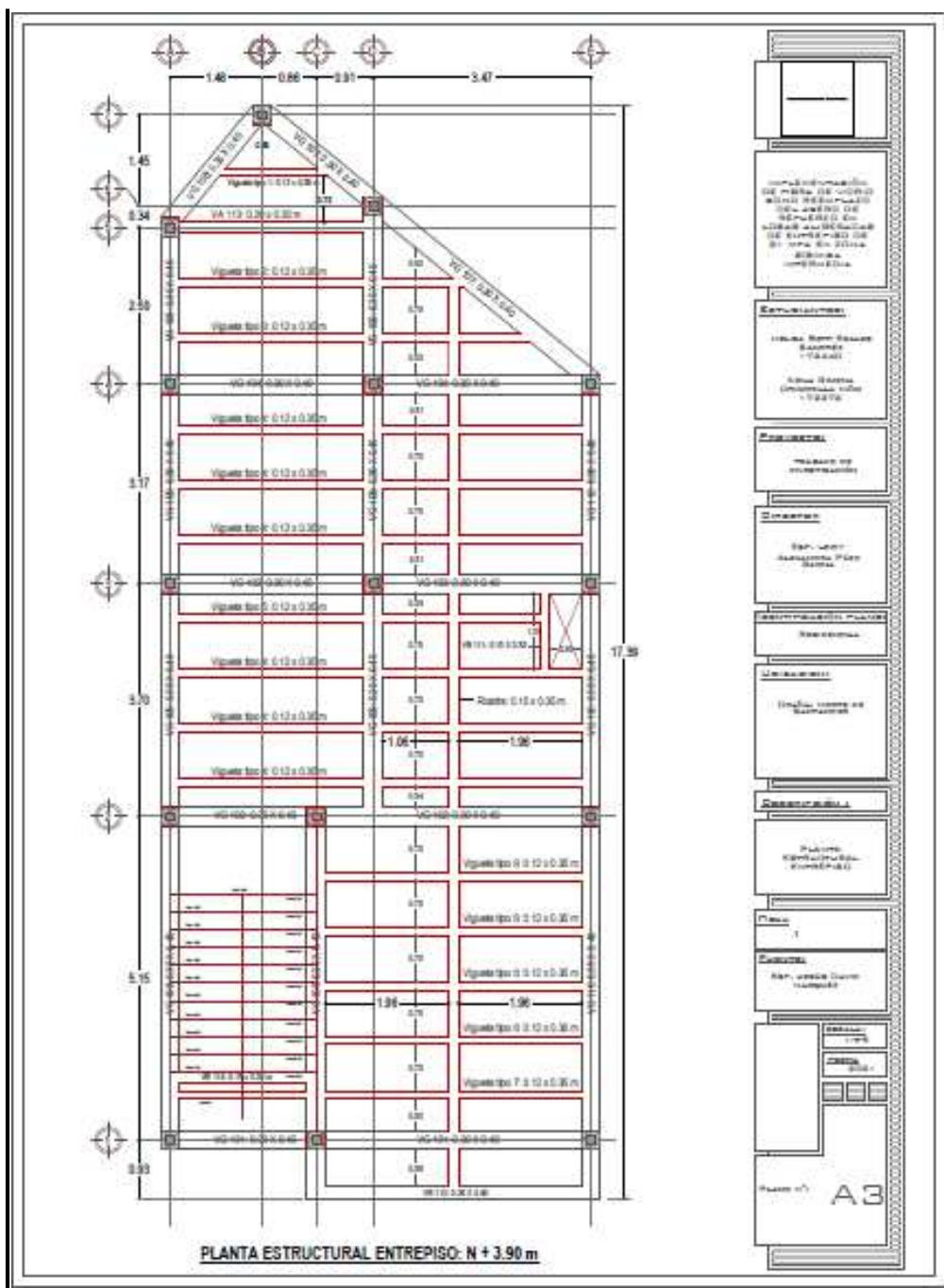
PRUEBA No.	1	2	3
Peso del material (g)	8177	8155	8175
Volumen (cm ³)	4976,9	4976,9	4976,9
Masa unitaria	1,643	1,639	1,643
Masa Unitaria Promedio	1,641 g/cm³		

MASA UNITARIA COMPACTADA

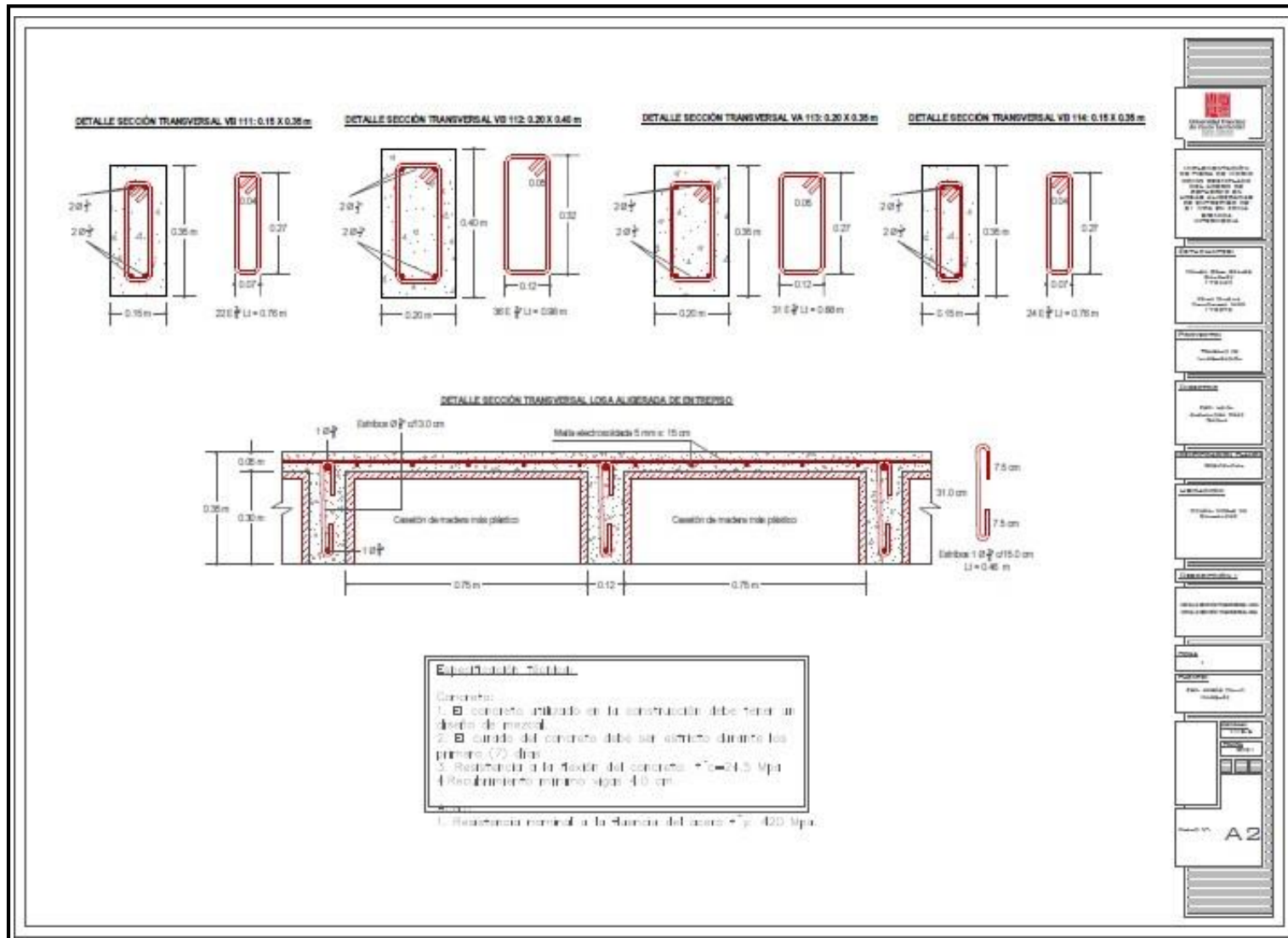
PRUEBA No.	1	2	3
Peso del material (g)	9062	9053	9068
Volumen (cm ³)	4976,9	4976,9	4976,9
Masa unitaria	1,821	1,819	1,822
Masa Unitaria Promedio	1,821 g/cm³		

Apéndice C. Planos estructurales.

Plano de planta estructural entrepiso. Fuente: Autores (2021)



Plano detalle sección transversal de viguetas y losa



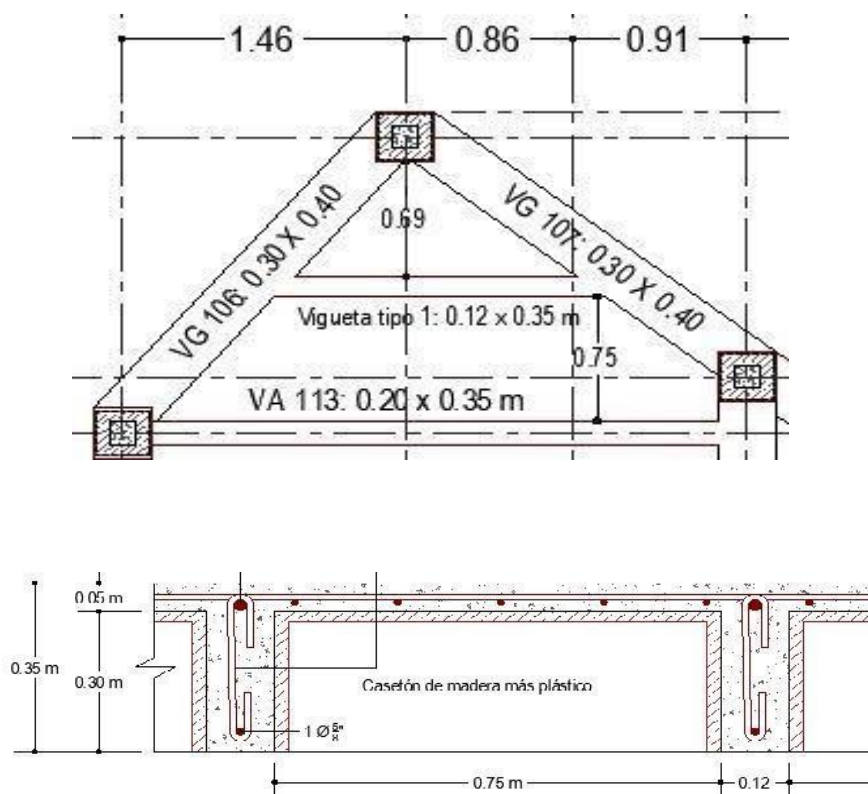
Apéndice D. Presupuesto

**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO
COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO
EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21
MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones		Longitud	Cant.	%Desperdicio (5%)	Cálculo	
	Ancho	Alto				Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	2,5248	0,132552
Vigueta tipo 1	0,12	0,3	2,9293	1	1,05		0,11072754
Total							0,24327954

Detalles

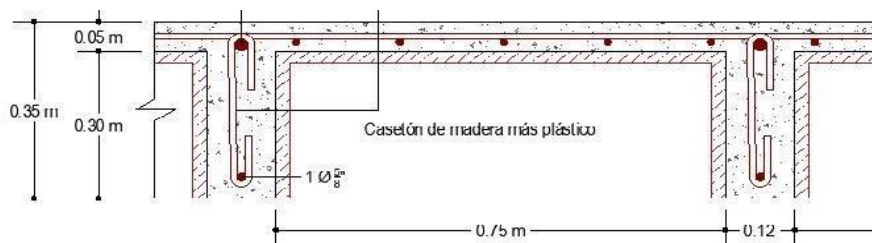
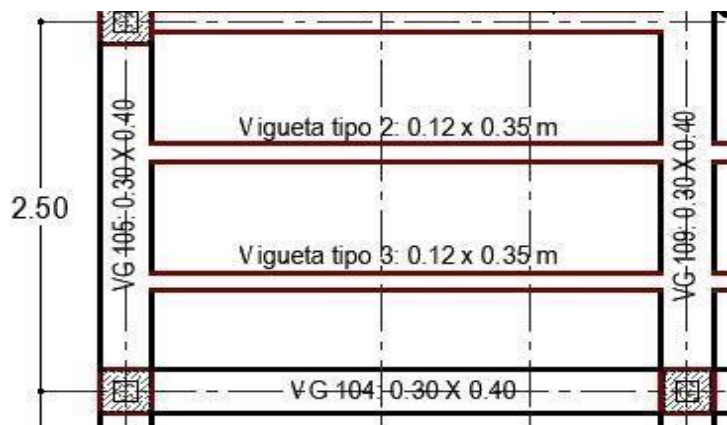


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	Cálculo		
	Ancho	Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	6,6641	0,3499
Vigueta tipo 2	0,12	0,3	2,9293	1	1,05		0,1107
Vigueta tipo 3	0,12	0,30	2,9293	1	1,05		0,1107
Total							0,57132033

Detalles

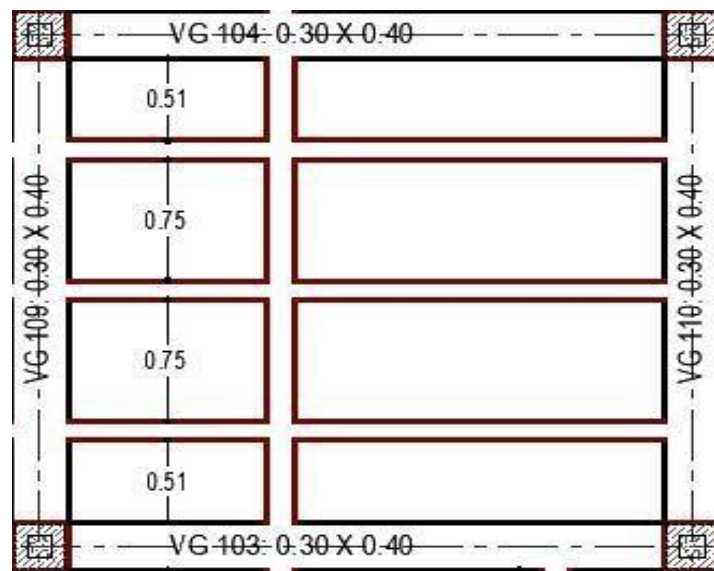


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	%Desperdicio (5%)	Cálculo		
	Ancho	Alto	Longitud			Área (m ²)	Volumen (m ³)	
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	9,1158	0,4786	
Vigueta	0,12	0,3	1,0567	3	1,05		0,1198	
Vigueta	0,12	0,3	1,964	3	1,05		0,2227	
Vigueta	0,12	0,3	0,51	2	1,05		0,0386	
Vigueta	0,12	0,3	0,75	2	1,05		0,0567	
Total								0,91638288

Detalles

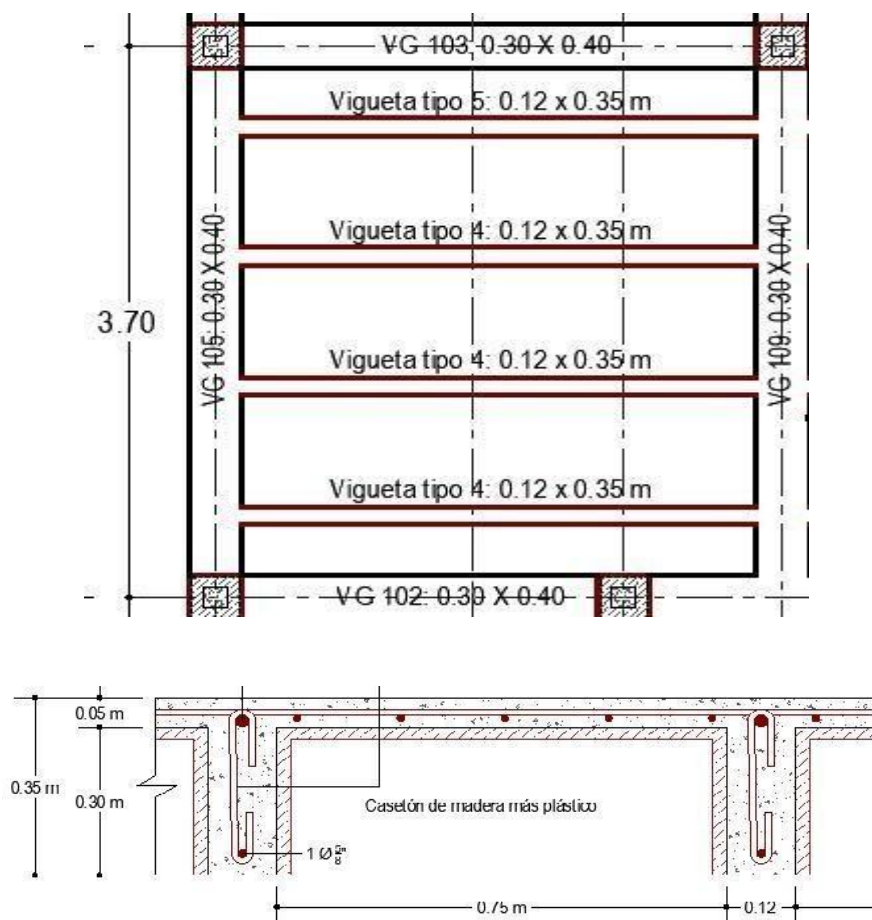


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Ancho	Dimensiones		Cant.	Cálculo		
		Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	9,9595	0,5229
vigueta tipo 5	0,12	0,3	2,9293	1	1,05		0,1107
Vigueta tipo 4	0,12	0,3	2,9293	3	1,05		0,3322
Total							0,96578391

Detalles

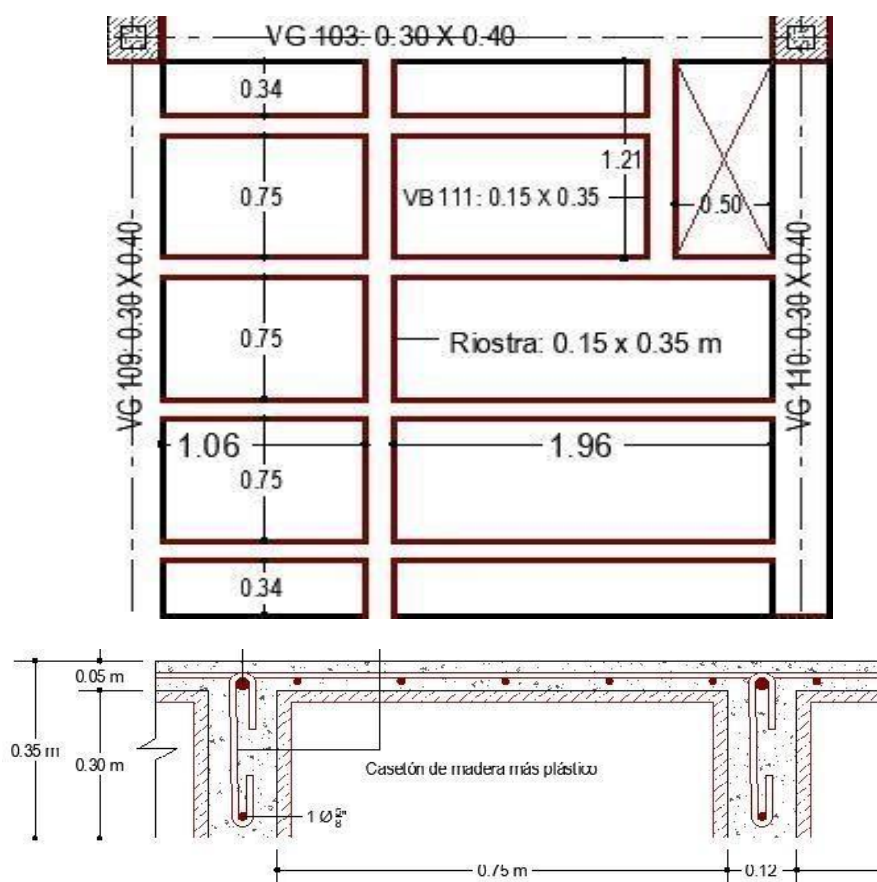


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	%Desperdicio (5%)	Cálculo	
	Ancho	Alto	Longitud			Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	10,1737	0,5341
vigueta	0,12	0,3	1,0573	4	1,05		0,1599
vigueta	0,12	0,3	1,9635	3	1,05		0,2227
vigueta	0,12	0,3	0,34	2	1,05		0,0257
vigueta	0,12	0,3	0,75	3	1,05		0,0851
vigueta	0,12	0,3	1,3134	1	1,05		0,0496
vigueta	0,12	0,3	1,205	1	1,05		0,0455
Riostra	0,15	0,3	1,9635	1	1,05		0,0928
Total							1,215368805

Detalles

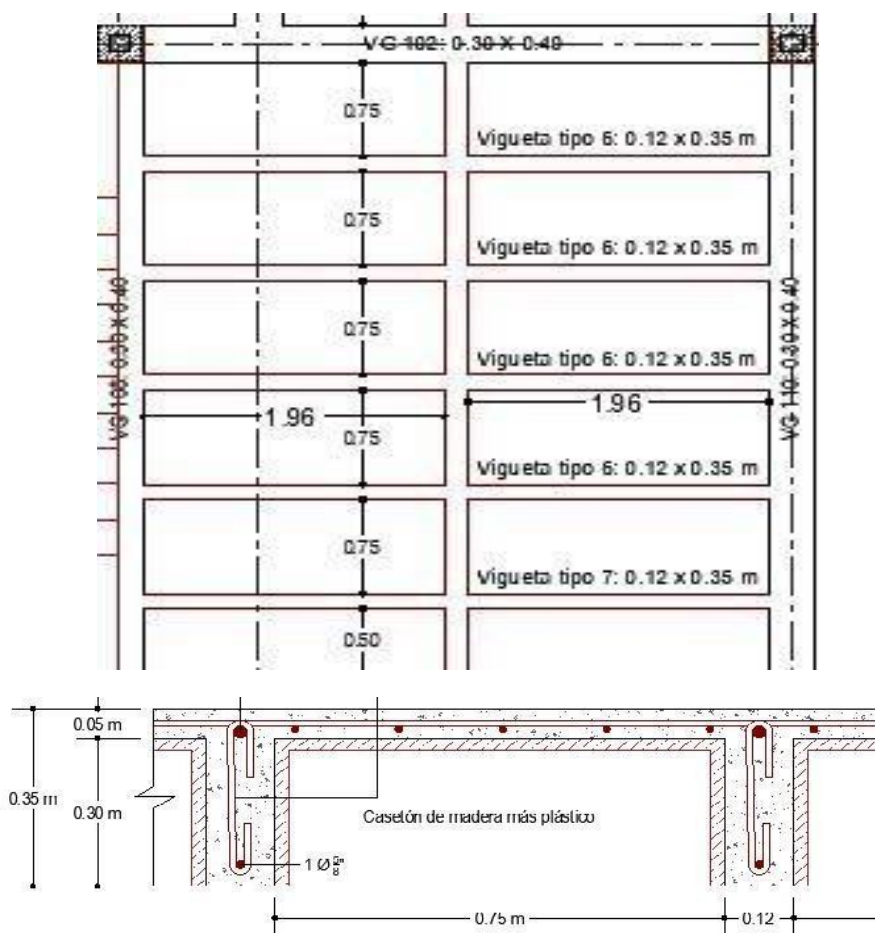


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA
INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	Cálculo		
	Ancho	Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	19,8121	1,0401
vigüeta	0,12	0,3	0,75	5	1,05		0,1418
Vigüeta	0,12	0,3	2,025	1	1,05		0,0765
vigüeta	0,12	0,3	0,5	1	1,05		0,0189
vigüeta tipo 6	0,12	0,3	1,9627	8	1,05		0,5935
Vigüeta tipo 7	0,12	0,3	1,9622	2	1,05		0,1483
Total						2,01919305	

Detalles

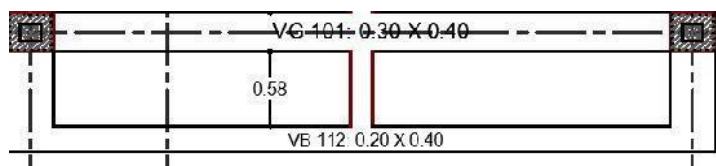


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant	Cálculo		
	Ancho	Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	2,3432	0,1230
Vigueta	0,12	0,30	0,5800	1	1,05		0,0219
Total							0,144942

Detalles

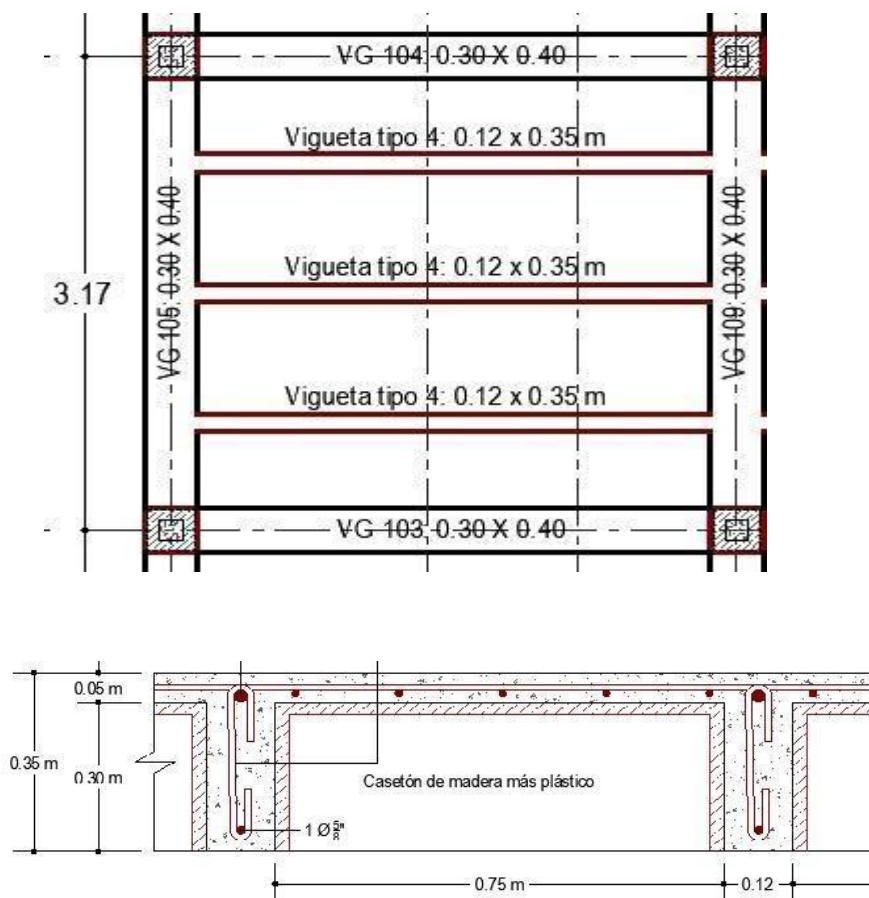


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	Cálculo			
	Ancho	Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	8,4652	0,4444	
Vigueta tipo 4	0,12	0,3	2,9293	3	1,05		0,3322	
Total								0,77660562

Detalles

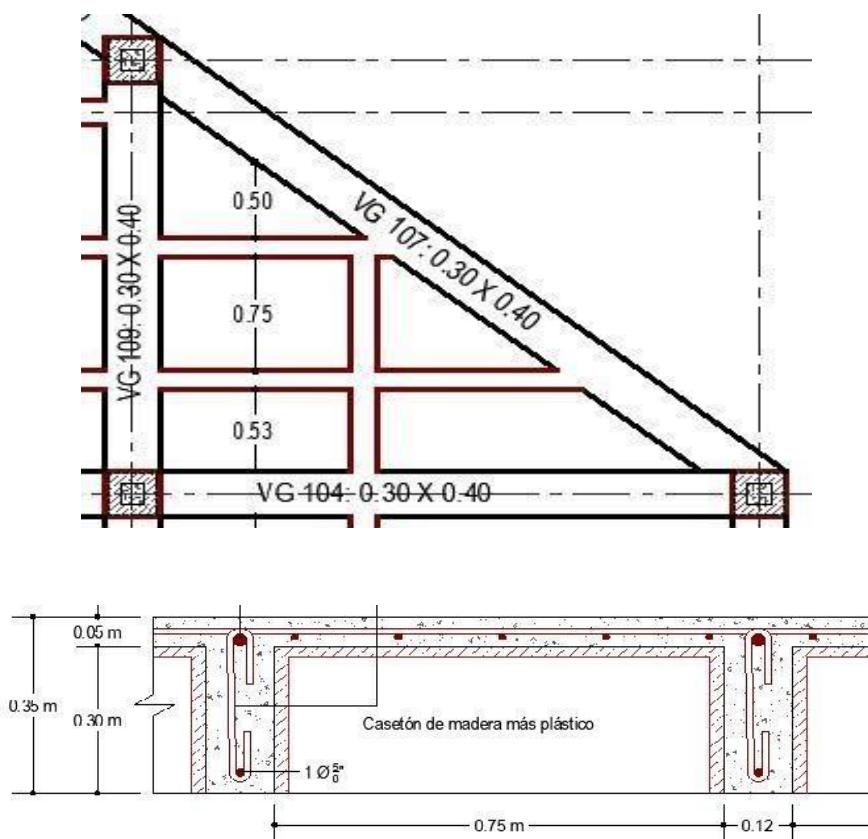


**IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO
REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS
ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA
SÍSMICA INTERMEDIA**

MEMORIA DE CÁLCULO

Descripción	Dimensiones			Cant.	Cálculo		
	Ancho	Alto	Longitud		%Desperdicio (5%)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Área de la losa Maciza		0,05			1,05	3,6767	0,19303
Vigueta	0,12	0,3	1,2808	1	1,05		0,04611
Vigueta	0,12	0,3	1,0565	1	1,05		0,03803
Vigueta	0,12	0,3	1,1371	1	1,05		0,04094
Vigueta	0,12	0,3	0,75	1	1,05		0,02700
Vigueta	0,12	0,30	0,53	1	1,05		0,01908
Total							0,36418515

Detalles



	ACTIVIDAD	UND	LARGO	ANCHO	ALTO	CANT	TOTAL
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M ²					121,66
2	COLUMNAS 0,30X0,30	M ³	3,5	0,3	0,3	15	4,725
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/8"	KG					
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/4"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TTRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO Fc 21 MPa	M ³					
3	VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40	M ³	74,7	0,3	0,4	1	8,964
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG					
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 5/8"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO Fc 24,5 MPa	M ³					
4	VIGA DE BORDE 0,15X0,35	M ³	16,33),1 5	0,35	1	0,86
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO Fc 24,5 MPa	M ³					
5	VIGA DE BORDE 0,20X0,40	M ³	4,08	0,2	0,4	1	0,33
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO Fc 24,5 MPa	M ³					
6	VIGAS DE BORDE 0,20X0,35	M ³	2,93	0,2	0,35	1	0,21
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO Fc 24,5 MPa	M ³					
7	VIGUETAS LOSA NERVADA	M ³	70,84),1 2	0,35	1	2,98
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 5/8"	KG					
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG					
	CONCRETO PARA VIGUETAS	M ³					
8	LOSETA SUPERIOR	M ²	83,91		0,05	1	4,1955
	MALLA ELECTROSOLDADA 5mm	UND					
	CONCRETO PARA LOSETA SUPERIOR	M ³					

ML POR M ³ POR			
	DIMENSIONES		ML/ M ³
	LARGO	ANCHO	
COLUMNAS 0,30X0,30	0,30	0,30	11,11
VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40	0,30	0,40	8,33
VIGA DE BORDE 0,15X0,35	0,15	0,35	19,05
VIGA DE BORDE 0,20X0,40	0,20	0,40	12,50
VIGAS DE BORDE 0,20X0,35	0,20	0,35	14,29
VIGUETAS LOSA NERVADA	0,12	0,35	23,81

CANTIDADES DE ACERO POR METRO LINEAL DE ESTRUCTURA									
METROS LINEALES DE VARILLA POR M ³ DE									
ESTRUCTURA	CONCRETO				KG DE VARILLA				
	1/2	3/4	3/8	5/8	1/2	3/4	3/8	5/8	
COLUMNAS 0,30*0,30									
LONGITUDINAL 3/4		134,52				300,65			
TRANSVERSAL 3/8			81,07				45,40		
VIGAS DE AMARRE 0,30*0,40									
LONGITUDINAL 5/8				35,32					54,82
TRANSVERSAL 3/8			72,37				40,53		
VIGAS DE BORDE 0,15*0,35									
LONGITUDINAL 1/2	77,2				76,74				
TRANSVERSAL 3/8			290,32				162,58		
VIGA DE BORDE 0,20*0,40									
LONGITUDINAL 1/2	51				50,69				
TRANSVERSAL 3/8			103,06				57,71		
VIGA DE BORDE 0,20*0,35									
LONGITUDINAL 1/2	58,16				57,81				
TRANSVERSAL 3/8			158,07				88,52		
VIGUETAS LOSA NERVADA									
LONGITUDINAL 5/8									75,46
TRANSVERSAL 3/8			84,71	48,62			47,44		

	ACTIVIDAD	UND	CANT	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M ²	121,66	\$ 8.267	\$ 1.005.763
2	COLUMNAS 0,30X0,30		4,725	\$ 2.035.745	\$ 9.618.895
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI	KG			
	3/8" ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000	KG			
	PSI 3/4" ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F _c 21 MPa	M ³			
3	VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40		8,964	\$ 1.224.029	\$ 10.972.196
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI				
	1/2" ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000	KG			
	PSI 5/8" ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F _c 24,5 MPa	M ³			
4	VIGA DE BORDE 0,15X0,35		0,86	\$ 1.286.550	\$ 1.102.991
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI	KG			
	1/2" ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F _c 24,5 MPa	M ³			
5	VIGA DE BORDE 0,20X0,40		0,33	\$ 948.616	\$ 309.628
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL	KG			
	3/8" CONCRETO F _c 24,5 MPa	M ³			
6	VIGAS DE BORDE 0,20X0,35		0,21	\$ 1.057.863	\$ 216.968
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI	KG			
	1/2" ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F _c 24,5 MPa	M ³			
7	VIGUETAS LOSA		2,98	\$ 751.735	\$ 2.236.622
	FIBRA TUF-STRAND SF 5%	KG			
	CONCRETO PARA VIGUERAS	M ³			
8	LOSETA SUPERIOR	M ²	4,1955	\$ 649.302	\$ 2.724.147
	FIBRA TUF-STRAND SF				
	5% CONCRETO PARA				
	LOSETA				
				COSTO DIRECTO	\$ 28.187.210

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA					ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM	1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO			UNIDAD :	M ³
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Equipo de topografía- estación total		\$ 15.000	20	\$ 750		
Herramienta menor (5%)				\$ 315		
Sub-Total					\$ 1.065,11	
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción Unit.	Unidad	Cantidad	Precio-	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Estacas-Hilo-Pu tilla	Global	10	\$ 90	\$ 900		
Sub-Total					\$ 900,00	
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción Rendimiento	Unidad	Valor-Unit.	Valor-Parcial		
Sub-Total					\$ -	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornada	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
Topografo	\$ 117.040,00	80%	\$ 210.672	20,00	\$ 10.533,60	
2 Ayudantes	\$ 70.024,00	80%	\$ 126.043	20,00	\$ 6.302,16	
Sub-Total					\$ 6.302,16	
Total Costo Directo					\$ 8.267	

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA					ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM	2	COLUMNAS 0,30X0,30			UNIDAD :	M³
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M.O)				\$ 28.945		
Sub-Total					\$	114.292,00
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (Triturado 3/4")	M³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
varilla de acero 3/4"	Kg	300,65	\$ 2.983	\$ 896.846		
alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700		
Varilla de acero 3/8"	Kg	45,40	\$ 2.500	\$ 113.501		
Sub-Total					\$	1.342.553,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$ -	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	0,80	\$ 578.899,98	
Sub-Total					\$	578.899,98
Total Costo Directo						\$ 2.035.745

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	3	VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40	UNIDAD :	M³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 25.729		
Sub-Total					\$	111.075,89
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (tTriturADO 3/4")	M³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
varilla de acero 5/8"	Kg	54,82	\$ 3.007	\$ 164.844		
alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700		
Varilla de acero 3/8"	Kg	40,53	\$ 2.500	\$ 101.325		
Sub-Total					\$	598.375,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$	-
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	0,90	\$ 514.577,76	
Sub-Total					\$	514.577,76
Total Costo Directo					\$	1.224.029

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	4	VIGA DE BORDE 0,15X0,35	UNIDAD :	M ³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M.O)				\$ 13.621		
Sub-Total					\$	98.968,18
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M ³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (Triturado 3/4")	M ³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
varilla de acero 1/2"	Kg	76,74	\$ 2.300	\$ 176.502		
alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700		
Varilla de acero 3/8"	Kg	162,58	\$ 2.500	\$ 406.450		
Sub-Total					\$	915.158,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	1,70	\$ 272.423,52	
Sub-Total					\$	272.423,52
Total Costo Directo					\$	1.286.550

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	5	VIGA DE BORDE 0,20X0,40		UNIDAD :	M³	
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M.O)				\$ 12.864		
				Sub-Total	\$ 98.211,44	
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (Triturado 3/4")	M³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
varilla de acero 1/2"	Kg	50,7	\$ 2.300	\$ 116.610		
alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700		
Varilla de acero 3/8"	Kg	57,72	\$ 2.500	\$ 144.300		
				Sub-Total	\$ 593.116,00	
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
				Sub-Total	\$ -	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	1,80	\$ 257.288,88	
				Sub-Total	\$ 257.288,88	
					Total Costo Directo	\$ 948.616

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	6	VIGAS DE BORDE 0,20X0,35	UNIDAD :	M³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
	Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
	Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627	
	Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920	
	Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800	
	Herramienta menor (5% M..O)				\$ 13.621	
					Sub-Total	\$ 98.968,18
2. MATERIALES EN OBRA						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial
	Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480	
	Arena de río	M³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570	
	Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776	
	Grava (Triturado 3/4")	M³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680	
	varilla de acero 1/2"	Kg	57,811	\$ 2.300	\$ 132.965	
	alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700	
	Varilla de acero 3/8"	Kg	88,52	\$ 2.500	\$ 221.300	
					Sub-Total	\$ 686.471,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
					Sub-Total	\$
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	1,70	\$ 272.423,52	
					Sub-Total	\$ 272.423,52
Total Costo Directo						\$ 1.057.863

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	7	VIGUETAS LOSA	UNIDAD :	M ³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,0	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 9.262		
Sub-Total					\$	94.609,40
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M ³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (Triturado 3/4")	M ³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
varilla de acero 5/8"	Kg	75,46	\$ 3.007	\$ 226.908		
alambre negro No. 18	Kg	1	\$ 2.700	\$ 2.700		
casetón de madera más plástico	M ²	3	\$ 28.000	\$ 84.000		
Varilla de acero 3/8"	Kg	47,44	\$ 2.500	\$ 118.600		
Sub-Total					\$	761.714,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	2,50	\$ 185.247,99	
Sub-Total					\$	185.247,99
Total Costo Directo					\$	1.041.571

IMPLEMENTACION DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	8	LOSETA SUPERIOR	UNIDAD :	M ³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5,00	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 9.262		
Sub-Total					\$	94.609,40
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	216	\$ 30	\$ 6.480		
Arena de río	M ³	0,748	\$ 27.500	\$ 20.570		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 564	\$ 244.776		
Grava (Triturado 3/4")	M ³	1,03	\$ 56.000	\$ 57.680		
malla electrosoldada 2,45*6m	M ²	6	\$ 95.000	\$ 570.000		
Sub-Total					\$	899.506,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 257.288,88	80%	\$ 463.120	2,50	\$ 185.247,99	
Sub-Total					\$	185.247,99
Total Costo Directo					\$	1.179.363

	ACTIVIDAD	UND	CANT	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M ²	121,66	\$ 8.267	\$ 1.005.763
2	COLUMNAS 0,30X0,30		4,725	\$ 2.035.745	\$ 9.618.895
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/8"	KG			
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/4"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 21 MPa	M ³			
3	VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40		8,964	\$ 1.224.029	\$ 10.972.196
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 5/8"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
4	VIGA DE BORDE 0,15X0,35		0,86	\$ 1.286.550	\$ 1.102.991
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
5	VIGA DE BORDE 0,20X0,40		0,33	\$ 948.616	\$ 309.628
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
6	VIGAS DE BORDE 0,20X0,35		0,21	\$ 1.057.863	\$ 216.968
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
7	VIGUETAS LOSA		2,98	\$ 751.735	\$ 2.236.622
	FIBRA TUF-STRAND SF 5%	KG			
	CONCRETO PARA VIGUERAS	M ³			
8	LOSETA SUPERIOR	M ²	4,1955	\$ 649.302	\$ 2.724.147
	FIBRA TUF-STRAND SF 5%				
	CONCRETO PARA LOSETA				
				COSTO DIRECTO	\$ 28.187.210

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	7	VIGUETAS FIBRA TUF-STRAND SF	UNIDAD :	M³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 3.511,21		
				Sub-Total		\$ 88.858,21
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción Unit.	Unidad	Cantidad	Precio-	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	205	\$ 30	\$ 6.150		
Arena de río	M³	0,924	\$ 35.000	\$ 32.340		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 529	\$ 229.586		
Grava	M³	0,961	\$ 34.700	\$ 33.347		
casetón de madera mas plástico	M²	3	\$ 28.000	\$ 84.000		
Fibra Tuf-Strand SF 5% (Incluido transporte)	Bolsa	5	\$ 41.446	\$ 207.230		
				Sub-Total		\$ 592.653,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción Rendimiento	Unidad	Valor-Unit.	Valor-Parcial		
				Sub-Total		
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2-4	\$ 234.080,80	80%	\$ 421.345	6,00	\$ 70224,24	
				Sub-Total		70224,24
					Total Costo Directo	\$ 751.735,00

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	8	LOSETA SUPERIOR FIBRE TUF-STRAND SF	UNIDAD :	M ³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$	56.280,00	5 \$	51.627	
Vibrador de concreto		\$	52.200,00	3,75 \$	13.920	
Formaleta 0,20*0,35		\$	198,00	0,01 \$	19.800	
Herramienta menor (5% M..O)				\$	2.633,41	
Sub-Total					\$	87.980,41
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	205	\$ 30	\$	6.150	
Arena de río	M ³	0,924	\$ 35.000	\$	32.340	
Cemento Gris	Kg	434	\$ 529	\$	229.586	
Grava	M ³	0,961	\$ 34.700	\$	33.347	
Fibra Tuf-Strand SF 5% (Incluido transporte)	Bolsa	5	\$ 41.446	\$	207.230	
Sub-Total					\$	508.653,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Sub-Total					\$	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2:-4	\$ 234.080,80	80%	\$ 421.345	8,00 \$	52.668,18	
Sub-Total					\$	52.668,18
Total Costo Directo					\$	649.302

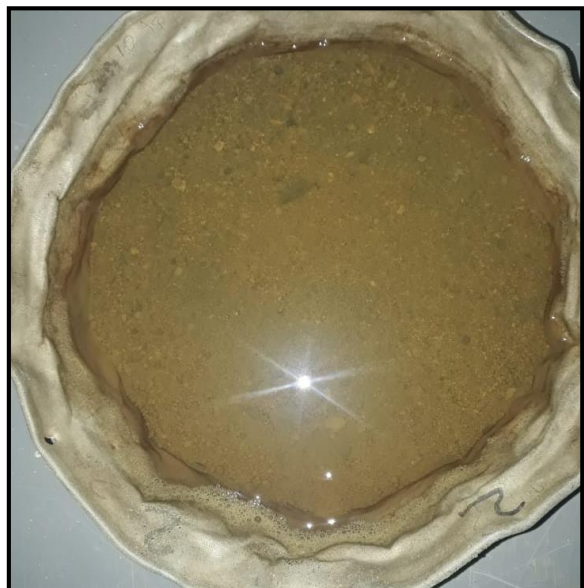
	ACTIVIDAD	UND	CANT	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M ²	121,66	\$ 8.267	\$ 1.005.763
2	COLUMNAS 0,30X0,30		4,725	\$ 2.035.745	\$ 9.618.895
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/8"	KG			
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 3/4"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 21 MPa	M ³			
3	VIGAS DE AMARRE 0,30X0,40		8,964	\$ 1.224.029	\$ 10.972.196
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 5/8"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
4	VIGA DE BORDE 0,15X0,35		0,86	\$ 1.286.550	\$ 1.102.991
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
5	VIGA DE BORDE 0,20X0,40		0,33	\$ 948.616	\$ 309.628
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
6	VIGAS DE BORDE 0,20X0,35		0,21	\$ 1.057.863	\$ 216.968
	ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL 60000 PSI 1/2"	KG			
	ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL 3/8"	KG			
	CONCRETO F'c 24,5 MPa	M ³			
7	VIGUETAS LOSA		2,98	\$ 869.405	\$ 2.586.723
	Fibra ANTI-CRAK HP 67/36 (9%)	KG			
	CONCRETO PARA VIGUERAS	M ³			
8	LOSETA SUPERIOR	M ²	4,1955	\$ 766.972	\$ 3.217.831
	Fibra ANTI-CRAK HP 67/36 (9%)				
	CONCRETO PARA LOSETA				
				COSTO DIRECTO	\$ 29.030.996

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
ITEM	7	VIGUETAS FIBRA ANTI-CRAK HP 67/36	UNIDAD :	M ³		
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627		
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920		
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800		
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 3.511,21		
				Sub-Total	\$	88.858,21
2. MATERIALES EN OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio- unit	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
Agua	L	205	\$ 30	\$ 6.150		
Arena de río	M ³	0,924	\$ 35.000	\$ 32.340		
Cemento Gris	Kg	434	\$ 529	\$ 229.586		
Grava	M ³	0,961	\$ 34.700	\$ 33.347		
casetón de madera mas plástico	M ²	3	\$ 28.000	\$ 84.000		
Fibra Anti Crak 9% (Incluido transporte)	Kg	9	\$ 36.100	\$ 324.900		
				Sub-Total	\$	710.323,00
3. TRANSPORTE						
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
				Sub-Total	\$	
4. MANO DE OBRA						
ID Cuadrilla	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial
2--4	\$ 234.080,80	80%	\$ 421.345	6,00	\$ 70.224,24	
				Sub-Total	\$	70.224,24
					Total Costo Directo	\$ 869.405

IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REEMPLAZO DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSAS ALIGERADAS DE ENTREPISO DE 21 MPA EN ZONA SÍSMICA INTERMEDIA				ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM	8	LOSETA SUPERIOR FIBRE ANTI-CRAK HP		UNIDAD :	M³		
		67/36					
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
Descripción	Tipo	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial		
Mezcladora 1 bulto		\$ 56.280,00	5	\$ 51.627			
Vibrador de concreto		\$ 52.200,00	3,75	\$ 13.920			
Formaleta 0,20*0,35		\$ 198,00	0,01	\$ 19.800			
Herramienta menor (5% M..O)				\$ 2.633,41			
				Sub-Total	\$ 87.980,41		
2. MATERIALES EN OBRA							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	Valor-Parcial		
Agua	L	205	\$ 30	\$ 6.150			
Arena de río	M³	0,924	\$ 35.000	\$ 32.340			
Cemento Gris	Kg	434	\$ 529	\$ 229.586			
Grava	M³	0,961	\$ 34.700	\$ 33.347			
Fibra Antik crak 9% (Incluido transporte)	Kg	9	\$ 36.100	\$ 324.900			
				Sub-Total	\$ 626.323,00		
3. TRANSPORTE							
ID Cuadrilla	Descripción	Unidad	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial		
				Sub-Total	\$		
4. MANO DE OBRA							
ID Cuadrilla	Jornada	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	Valor-Parcial	
2:-4	\$ 234.080,80	80%	\$ 421.345	8,00	\$ 52.668,18		
				Sub-Total	\$ 52.668,18		
					Total Costo Directo	\$ 766.972	

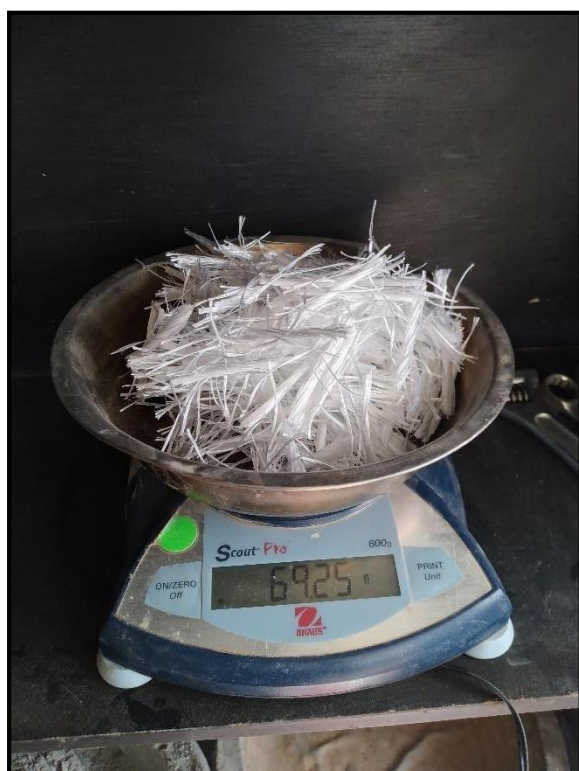
Apéndice E. Evidencias fotográficas.

Fotografías de los ensayos para el diseño de mezcla





Fotográfica fibra sintética estructural TUF-STRAND SF







Cilindro 5%



Cilindro 9%





Viga 5%



Viga 9%



Fotografía de la macro fibra de vidrio para refuerzo de hormigón Anti-Crak HP 67/36







Cilindro 5%

Cilindro 9%





Viga 5%



Viga 9%

